

# Ichthyofaunen aus dem atlantischen Tertiär der USA

von

Arnold Müller, Leipzig

MÜLLER, Arnold (1997): Ichthyofaunen aus dem atlantischen Tertiär der USA. Systematik, Paläoökologie, Biostratigraphie und Paläobiogeographie.- Leipziger Geowissenschaften, **9/10**: 351 S, 68 Abb., 6 Tab., 17 Taf.; Leipzig, Februar 1999.

**Zusammenfassung:** In den tertiären Formationen der Atlantic Coastal Plains der USA wurden ca. 12 000 Otolithen und einige 1000 Selachierzähne gesammelt. Diese umfangreiche Kollektion erlaubt erstmalig die Rekonstruktion nordwestatlantischer Fischfaunen vom Eozän bis zum Pliozän. Weiterhin sind nun Untersuchungen zur Paläoökologie, Biostratigraphie, Paläobiogeographie und Evolution einiger gut dokumentierter Gruppen möglich. Die Kollektion umfasst rund 280 Taxa (90 Selachier und 190 Teleosteer), welche im systematischen Teil dieser Arbeit behandelt werden. Die folgenden Arten werden neu eingeführt:

Selachier: *Physogaleus latecuspidatus*, *Galeocерdo casei*.

Teleosteer: "genus aff. *Panturichthys*" *colei*, *Paraconger americanus*, *Paraconger solidus*, "genus aff. *Paraconger*" *ovatus*, "genus aff. *Pseudophischthys*" *laevis*, "genus aff. *Pseudophichthys*" *oviformis*, "genus *Congridarum*" *prolatus*, "genus *Clupeidarum*" *longirostris*, "genus *Batrachoididarum*" *fusiformis*, *Phycis amplus*, *Gadus marylandicus*, *Melanogrammus antecessens*, *Otophidium nolfi*, "genus aff. *Otophidium*" *gottfriedei*, "genus aff. *Otophidium*" *lacinius*, "genus *Sirembinorum*" *crassus*, "genus *Sirembinorum*" *granus*, "genus *Sirembinorum*" *pamunkeyanus*, "genus *Neobythitinarum*" *virginicus*, "genus *Neobythitinarum*" *rotundus*, "genus *Caproidarum*" *serratus*, *Platycephalus townsendi*, *Serranus walteri*, "genus aff. *Isacia*" *elongatus*, "genus aff. *Xenistius*" *obliquus*, *Dentex esseri*, "genus aff. *Umbrina*" *eanesi*, "genus aff. *Umbrina*" *livesayi*, "genus aff. *Umbrina*" *bohaskai*, "genus aff. *Umbrina*" *ventriosus*, *Umbrina crassa*, *Umbrina schwimmeri*, *Aplodinotus primigenius*, "genus aff. *Sciaenops*" *paraeastmani*, "genus aff. *Sciaenops*" *schwarzhanzi*, "genus aff. *Sciaenops*" *onslowensis*, *Leiostomus compressus*, *Leiostomus crassior*, *Genyonemus calvertensis*, "genus aff. *Genyonemus*" *pertenuis*, *Ctenosciaena inframiocaenica*, "genus aff. *Pachypops*" *silverdalensis*, "genus aff. *Pachyurus*" *jeanae*, *Cynoscion senior*, "genus aff. *Cynoscion*" *fitchi*, *Trachinus unus*, *Bembrops minutus*, "genus. *Blenniidarum*" *curvatus*, "genus *Labrisomidarum*" *eoceanicus*, "genus *Percoideorum*" *subcircularis*, *Psettodes trapeziformis*, "genus *Bothidarum*" *nanus*.

Alle untersuchten Faunen stammen aus mehr oder weniger flach neritischen Milieus, Tiefwasser-Assoziationen wurden im atlantischen Tertiär der USA nicht beobachtet.

Die Gemeinschaften der mitteleozänen Piney Point Formation von Virginia sind sehr artenreich (rund 65 Teleosteer und zahlreiche Selachier). Zahlreiche Gruppen sind aus Europa gut bekannt und belegen enge faunistische Beziehungen zwischen dem ost- und westatlantischen Raum in dieser Zeit. In der Fauna der oberoligozänen Old Church Formation von Virginia sind zahlreiche Selachier mit Teleosteen vergesellschaftet, unter denen Sciaenidae von paläogenem Charakter dominieren. Im Gegensatz dazu enthält die Gemeinschaft der untermiozänen (auitanischen) Belgrade Formation von North Carolina zahlreiche moderne Sciaenidae karibischen Charakters, begleitet von zahlreichen Warmwasser-Selachieren wie *Ginglymostoma* oder *Rhynchobatus*. Diese Fauna dokumentiert einen deutlichen Sprung in der Evolution der Sciaenidae.

Ein großer Hiatus im Charakter der Otolithen-Assoziationen trennt die Belgrade Formation von Formationen der neogenen Chesapeake Group, beginnend mit der spätuntermiozänen bis frühmittelmiozänen Calvert Formation. Gadidae "europäischen" Charakters und typisch nordwestatlantische Sciaenidae dominieren die einzelnen Faunen der Chesapeake Group, vergesellschaftet mit einigen anderen Gruppen (Ophidiidae, Ammodytidae, Pleuronectiformes etc.). Änderungen in den Faunenspektren sind vor allem klimagesteuert. Ein deutliches Absinken der Wassertemperaturen kann für das höhere Mittelmiozän (St. Marys Formation) abgeleitet werden.

Vergleiche mit europäischen Faunen belegen enge faunistische Beziehungen zwischen Ost- und Westatlantik im Eozän (Tethys-Provinz). Einige Ophidiidae-Gruppen (vor allem Sirembini und andere Neobythitinae), Congridae, Lactariidae und ancestrale Haemulidae (Gruppe mit elongaten Otolithen) sind besonders kennzeichnend für diese ambiatlantisch verbreiteten Teleosteer. Andererseits sind die sehr wichtigen Sciaenidae im Eozän noch auf den westatlantischen Raum beschränkt und scheinen hier ihren Ursprung zu haben. Ihre globale Ausbreitung begann erst später im Oligozän.

Im Oligozän erfolgte eine rapide Umstellung der nordatlantischen Faunen. Zahlreiche Warmwasser-Gruppen starben aus oder zogen sich zurück. Sie wurden durch kühl-präferente Taxa ersetzt (erstes Auftauchen von Gadiden in der Old Church Formation, dazu *Cetorhinus*, *Raja* u.a.). Gleichzeitig überquerten die ersten Sciaenidae den Atlantik von West nach Ost und wurden in Europa heimisch. Im westatlantischen Raum begannen sie eine schnelle Radiation, die zu den hochdiversen, neogen-rezenten Sciaenidae-Gemeinschaften der westatlantischen Region führte.

Gadidae und Sciaenidae dominieren dann schließlich auch die neogenen Flachwasser-Gemeinschaften der Atlantic Coastal Plains. Von hier aus drangen im Miozän letztmalig Sciaenidae in europäische Gewässer vor (*Cynoscion* und *Genyonemus*), konnten sich aber hier nicht behaupten und starben wieder aus. Mit der zunehmenden Abkühlung des nördlichen Atlantiks im jüngeren Neogen wurde die Migration warm-präferenter, neritischer Fische schließlich völlig unterbunden. Dies mündete in eine zunehmend endemische Entwicklung auf beiden Seiten des Nordatlantiks.

Auf der Basis der Faunenveränderungen im bearbeiteten Zeitintervall Mitteleozän bis Unterpliozän, verbunden mit der schnellen Evolution mancher Gruppen, erweisen sich die Otolithen als brauchbare Werkzeuge für die Biostratigraphie. Daher konnte für die untersuchten Formationen eine biostratigraphische Gliederung auf Otolithenbasis erarbeitet werden.

Für einige Gruppen (insbesondere Sciaenidae) liegen jetzt recht vollständige und umfangreiche Otolithen-Abfolgen vor. Sie erlauben eine gut fundierte Diskussion verwandtschaftlicher Beziehungen und evolutionärer Trends.

**Keywords:** Pisces, Elasmobranchii, Teleostei, Otolithen, Tertiär, Paläogen, Neogen, USA, Atlantik, Systematik, Paläobiogeographie, Evolution, Biostratigraphie.

**Abstract:** About 12000 otoliths and some 1000 sharks teeth were collected in the Tertiary of the United States Atlantic Coastal Plains. This tremendous collection allows the reconstruction of NW Atlantic fish faunas from the middle Eocene to the early Pliocene for the first time. Furthermore studies in paleoecology, biostratigraphy, paleobiogeography, and evolution of some well documented groups are possible. The collection comprises about 280 taxa (90 selachians and 190 teleosteans) described in the systematical part of this paper. The following species are introduced as new:

**Selachians:** *Physogaleus latecuspidatus*, *Galeocerdo casei*.

**Teleosteans:** "genus aff. *Panturichthys*" *colei*, *Paraconger americanus*, *Paraconger solidus*, "genus aff. *Paraconger*" *ovatus*, "genus aff. *Pseudophsichthys*" *laevis*, "genus aff. *Pseudophsichthys*" *oviformis*, "genus *Congridarum*" *prolatus*, "genus *Clupeidarum*" *longirostris*, "genus *Batrachoididarum*" *fusifformis*, *Phycis amplius*, *Gadus marylandicus*, *Melanogrammus antecedens*, *Otophidium nolfi*, "genus aff. *Otophidium*" *gottfriedei*, "genus aff. *Otophidium*" *lacinius*, "genus *Sirembinorum*" *crassus*, "genus *Sirembinorum*" *granus*, "genus *Sirembinorum*" *pamunkeyanus*, "genus *Neobythitinarum*" *virginicus*, "genus *Neobythitinarum*" *rotundus*, "genus *Caproidarum*" *serratus*, *Platycephalus townsendi*, *Serranus wallesi*, "genus aff. *Isacia*" *elongatus*, "genus aff. *Xenistius*" *obliquus*, *Dentex esseri*, "genus aff. *Umbrina*" *eanesi*, "genus aff. *Umbrina*" *livesayi*, "genus aff. *Umbrina*" *bohaskai*, "genus aff. *Umbrina*" *ventriosus*, *Umbrina crassa*, *Umbrina schwimmeri*, *Aplodinotus primigenius*, "genus aff. *Sciaenops*" *paraeastmani*, "genus aff. *Sciaenops*" *schwarzhansi*, "genus aff. *Sciaenops*" *onslowensis*, *Leiostomus compressus*, *Leiostomus crassior*, *Genyonemus calvertensis*, "genus aff. *Genyonemus*" *pertenuis*, *Ctenosciaena inframiocaenica*, "genus aff. *Pachypops*" *silverdalensis*, "genus aff. *Pachyurus*" *jeanae*, *Cynoscion senior*, "genus aff. *Cynoscion*" *fitchi*, *Trachinus unus*, *Bembrops minutus*, "genus. *Blenniidarum*" *curvatus*, "genus *Labrisomidarum*" *eocaenicus*, "genus *Percoideorum*" *subcircularis*, *Psettodes trapeziformis*, "genus *Bothidarum*" *nanus*.

All investigated faunas from the Eocene to the Pliocene originate from more or less shallow neritic environments, and no deep water faunas have been observed in the Atlantic Tertiary of the USA.

The fauna of the middle Eocene Piney Point Formation is very rich in species (about 65 teleosteans and several selachians). Numerous groups are well known from Europe, and indicate very close relationships of E and W Atlantic Eocene fish faunas. In the fauna of the late Oligocene Old Church Formation of Virginia a large number of selachians is associated with teleosteans clearly dominated by Sciaenida of Paleogene aspect. In contrast to this observation the fauna of the early Miocene Belgrade Formation in North Carolina mainly comprises modern Sciaenidae of Caribbean aspect, associated with numerous warm water selachians like *Ginglymostoma*, *Rhynchobatus* etc.

A strong hiatus in the general character separates the fauna of the early Miocene Belgrade Formation from associations of the Neogene Calvert Group beginning with the latest lower to early middle Miocene Calvert Formation. The faunas of the Calvert Group are dominated by Gadidae of "European" aspect and typical western Atlantic Sciaenidae, associated with Ophidiidae, Ammodytidae, Pleuronectiformes etc. Changes in composition of the Neogene faunas mainly reflect changes in paleoclimate (surface water temperatures). A sharp drop down of temperatures is concluded for the late middle Miocene (St. Marys Formation of Maryland/Virginia).

Comparisons with European faunas indicate very close relationships in Eocene faunas of both sides of the Atlantic Ocean. The faunas belong to the same faunal province of Tethys origin characterized by several Ophidiidae groups (*Sirembini* and other *Neobythitinae*), *Congridae*, *Lactariidae*, ancestral *Haemulidae* (group with elongate otoliths) etc. On the other hand ancestral Sciaenidae seem to be restricted to the W Atlantic realm (endemic). Their global dispersion started later in the Oligocene.

The Oligocene was a time of rapid changes in N Atlantic fish faunas. Many Paleogene warm water taxa were suffered by extinction, and replaced by temperate groups. First Gadidae occurred in the late Oligocene Old Church Formation of Virginia associated with *Cetorhinus*, *Raja* etc. Also in the Oligocene first Sciaenidae crossed the Atlantic to Europe, and began their global dispersion. In the W Atlantic Sciaenidae started a fast radiation into many new genera forming a dominant part of Neogene neritic fish associations.

In the Neogene Faunas of the Coastal Plains Gadidae and Sciaenidae dominate. Some Miocene Sciaenide migrated to Europe (*Cynoscion* and *Genyonemus*). In the younger Neogene the further cooling of the N Atlantic stopped such migrations of warm preferent neritic fishes, and the isolation led to more endemism on both sides of the N Atlantic Ocean.

Based on faunal changes and the fast evolution in some important groups (e.g. Sciaenidae), a biostratigraphical zonation of Eocene to Pliocene formations of the Coastal Plains could be established. Furthermore the well documented fossil record allows a discussion of relationships and the evolution in some essential groups.

**Anschrift des Autors:** Prof. Dr. Arnold Müller, Universität Leipzig, Institut für Geophysik und Geologie, Talstraße 35, D-04103 Leipzig.

**Inhalt**

1. Einleitung.....	3
2. Aufgabenstellung und Arbeitsmethodik.....	5
2.1. Aufgabenstellung.....	5
2.2. Arbeitsmethodik.....	5
3. Überblick über das Tertiär der US Atlantic Coastal Plains und bearbeitete Aufschlüsse.....	7
3.1. Geologisch-stratigraphische Übersicht.....	7
3.2. Bearbeitete Aufschlüsse.....	12
3.2.1. Calvert Cliffs Sektion.....	12
3.2.2. Potomac/Rappahannock River Sektion.....	18
3.2.3. Pamunkey River Sektion.....	19
3.2.4. James River Sektion.....	22
3.3.5. Tar River/Pamlico Sound Sektion.....	23
3.2.6. White Oak River Sektion.....	23
3.2.7. Edisto River Sektion.....	27
4. Systematisch-taxonomischer Teil.....	27
4.1. Vorbemerkungen.....	27
4.2. Neoselachii.....	31
4.3. Teleostei - Actinopterygii.....	67
5. Ergebnisse.....	217
5.1. Paläoökologische Interpretation der untersuchten Faunen.....	217
5.1.1. Aquia Formation und Nanjemoy Formation.....	218
5.1.2. Piney Point Formation.....	220
5.1.3. Old Church Formation.....	221
5.1.4. Ashley Formation.....	222
5.1.5. Belgrade Formation.....	222
5.1.6. Calvert Formation.....	223
5.1.7. Choptank Formation.....	224
5.1.8. St. Marys Formation.....	226
5.1.9. Eastover Formation.....	227
5.1.10. Yorktown Formation.....	227
5.2. Biostratigraphie.....	229
5.3. Entwicklung der nordwestatlantischen Tertiärfaunen vom Eozän bis rezent.....	232
5.3.1. Oberkreide bis Untereozän.....	232
5.3.2. Eozäne Faunen.....	234
5.3.3. Oberoligozäne bis untermiozäne Faunen.....	235
5.3.4. Faunenentwicklung ab höherem Untermiozän.....	236
5.3.5. Pliozän-rezente Faunen.....	237
5.4. Klimaentwicklung im Tertiär des NW-Atlantiks auf der Basis von Fischfaunen.....	239
5.4.1. Rezente ozeanographische Situation.....	239
5.4.2. Beziehungen zwischen Ozeanographie, Klima und Biogeographie im NW-Atlantik.....	239
5.4.3. Ozeanographie im Tertiär.....	242
5.4.4. Paläoklimatologische Analyse.....	242
5.5. Bemerkungen zur Evolution einiger wichtiger Gruppen.....	244
5.5.1. Selachier.....	244
5.5.2. Teleostei.....	247
5.6. Entwicklung der nordatlantischen Schelf-Faunen vom Paläozän bis rezent.....	261
Zusammenfassung.....	273
Summary.....	274
Literatur.....	278
Tabellen.....	288
Tafeln.....	318
Systematischer Index.....	352

**1. Einleitung**

Die paläontologische Bearbeitung von fossilen Teleostei-Otolithen hat in Europa eine Tradition von mehr als 100 Jahren. Als Initiator dieser paläontologischen Arbeitsrichtung ist Ernst KOKEN in die Literatur eingegangen. In seiner Arbeit von 1884 publizierte er Otolithen aus dem norddeutschen Tertiär (vor allem Oligozän) und verglich diese mit Otolithen rezenter Fische. Weitere umfangreiche Publikationen folgten 1888 und 1891. Parallel zur Beschreibung fossiler Otolithen schuf KOKEN auch die Grundlagen einer Terminologie zur Erfassung morphologischer Merkmale von Otolithen. Sie gehört noch heute zum Werkzeug eines Otolithen-Bearbeiters und ist von nachfolgenden Otolithenspezialisten noch verfeinert und ausgebaut worden.

Als Folge der richtungsweisenden Publikationen von KOKEN wuchs das Interesse an fossilen Otolithen, und andere Paläontologen wandten sich diesem Thema zu. Aus dieser Frühphase um die Jahrhundertwende sind SCHUBERT und BASSOLI zu nennen. In der Zeit zwischen den beiden Weltkriegen beschäftigten sich vor allem FROST, SHEPERD und WEILER mit fossilen Otolithen. Gleichzeitig begannen CHAINE & DUVERGIER mit der Publikation eines umfangreichen rezenten Vergleichsmaterials, welches der generischen Bestimmung fossiler Otolithen zu einer ersten sichereren Grundlage verhalf. Nach dem 2. Weltkrieg setzten vor allem WEILER und STINTON die Arbeiten an tertiären Otolithen fort. Zu ihnen gesellte sich bald eine jüngere Generation von Paläontologen, welche die paläontologische Bearbeitung von Otolithen in Europa weiter vorantrieb (ANFOSSI, BRZOBOHATY, DIENI, GAEMERS, MARTINI, MOSNA, NOLF, SCHWARZHANS u.a.). Parallel zum immer intensiveren Studium von rezentem Material konnte auch die Bestimmung der fossilen Otolithen stetig verbessert werden. So ist heute bei vielen Gruppen eine hohe Sicherheit in der generischen Bestimmung erreicht, und viele Irrtümer aus früherer Zeit konnten korrigiert werden. Insgesamt ist damit heute in Europa ein so hoher Kenntnisstand erreicht worden, daß weitergehende Studien zu Themen wie Evolution, Paläobiogeographie und Paläoklimatologie auf relativ sicherer Basis möglich sind. Durch die Arbeiten von FROST, STINTON und SCHWARZHANS liegen auch aus Neuseeland und Südastralien recht gute Informationen vor.

Für andere Regionen hingegen sieht die Situation viel ungünstiger aus. Abgesehen von Südastralien und Neuseeland, mit Einschränkung auch Japan, stehen bis heute aus dem riesigen indopazifischen Bereich keine gut bearbeitete Faunen zur Verfügung. Ähnliches betrifft Afrika, Südamerika und über weite Strecken auch Nordamerika. Von Nordamerika sind nur plio-pleistozäne Faunen aus Kalifornien gut bearbeitet (FITCH, diverse Publikationen). Aus dem Tertiär der Golfküste und der Atlantic Coastal Plain hingegen liegen nur wenige Bearbeitungen vor, was angesichts der Möglichkeiten

dort recht erstaunlich ist. Auch hier ist KOKEN der Initiator von Bearbeitungen fossiler Otolithen geworden. Seine Arbeit von 1888 ist die erste Publikation über fossile Otolithen von Nordamerika und blieb auch für lange Zeit die einzige Publikation zu diesem Thema. Sie wurde übersetzt und nur wenig verändert von CAMPBELL (1929) in Englisch veröffentlicht. Einige weitere spärliche Hinweise auf Otolithen finden sich EASTMAN (1901, Reprint 1979; 1904, Reprint 1987). Die nächsten Publikationen über Otolithen erschienen erst wesentlich später (DANTE, 1953; FRIZZELL, 1965; FRIZZELL & DANTE, 1965; FRIZZELL & LAMBER, 1962). Diese Arbeiten sind teilweise sehr problematisch, da neue Arten häufig nicht nach dem verbindlichen IRZN-Standard beschrieben wurden oder das Typusmaterial stark korrodiert und nicht mehr sicher interpretierbar ist. Die jüngste Arbeit schließlich stammt von FITCH & LAVENBERG (1983). Eine von FITCH geplante Arbeit über Otolithen aus dem Miozän von Maryland konnte durch dessen frühzeitigen Tod nicht mehr beendet werden und dieses Material wurde nicht publiziert. Inzwischen hat NOLF mit der Bearbeitung von Faunen aus dem Paläogen und der Oberkreide der Golfküste begonnen.

Etwas besser als bei den Otolithen sieht die Situation bei osteologische Teleostei-Material und bei Selachierzähnen aus. Hier besteht in den USA eine längere Tradition, die mit den Namen CASE, COPE, EASTMAN, GIBBES, LEIDY und WHITE verbunden ist. Wichtige Impulse kamen auch in diesem Bereich aus Europa, unter Einbeziehung der karibischen Region (LERICHE, CASIER, KRUCKOW). Eine Zusammenfassung des bisherigen Kenntnisstandes über tertiäre Selachier der paläokaribischen Region (unter Einbeziehung des atlantischen Tertiärs der USA) erschien in jüngster Zeit (KRUCKOW & THIES, 1990) und bildet eine gute Arbeitsgrundlage für paläobiogeographische Analysen. Allerdings sind auch bei den Selachiern einige Einschränkungen angebracht. So sind bis heute in der Regel nur die Zähne großwüchsiger Taxa wirklich gut bekannt, während über die mikromorphen Zähne kleinwüchsiger Gruppen nur wenige Informationen zur Verfügung stehen. Man hat sich bisher kaum systematisch mit mikromorphem Material beschäftigt. Als weiterer Schwachpunkt hat sich die teilweise ungenügende Sicherheit in der stratigraphischen Einordnung des Fossilmaterials erwiesen. Viele Selachierzähne wurden unhorizontiert an den Kliffs gesammelt, ausgewaschen aus abgeglittenen Schollen unterschiedlichen Alters. Zudem ist die stratigraphische Stellung vieler Horizonte bis in jüngste Zeit umstritten gewesen. Schließlich muß noch angemerkt werden, daß nicht selten Aufarbeitungen und Umlagerungen vorkommen und Geisterfaunen verursachen. Dieser Umstand ist früher kaum beachtet worden. Nach eigenen Beobachtungen sind in diesem Zusammenhang etliche Korrekturen der stratigraphischen Einstufung von Selachierfaunen vorzunehmen.

Mit überregionalen Faunenbeziehungen und transatlantischen Faunenvergleichen haben sich bisher vor allem CASIER (1954), HERMAN (1977), KRUCKOW (1957, 1983), KRUCKOW & THIES (1990) und LERICHE (1936, 1938, 1942) befaßt. Neues Material ermöglicht hier eine wesentlich erweiterte Sicht mit interessanten neuen Aspekten. Auch einige erste Ansätze bei Mollusken wurden publiziert (MONGIN, 1959; SOOT-RYEN, 1932; SORGENFREI, 1965, STRAUCH, 1970, 1983; WOODRING, 1924).

Insgesamt bilden die bisher publizierten, wenigen und teilweise sehr problematischen Arbeiten über Otolithen aus dem Tertiär der Golfküste und der Atlantic Coastal Plains keine gute Basis für überregionale Faunenvergleiche und für die Untersuchung von Problemen der Evolution und Migration wichtiger Gruppen sowie paläobiogeographischer und paläoklimatologischer Themen. Für eine Arbeit unter dieser Zielsetzung erschien eine Bestandsaufnahme der tertiären Fischfaunen der US-Golfküste und der Atlantic Coastal Plains unbedingt erforderlich. Aus diesem Grunde wurde bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft ein Projekt zur Untersuchung von Otolithen aus dem atlantischen Tertiär der USA vorgelegt.

Nach der Zusage der Förderung durch die DFG wurde eine Exkursion in den USA organisiert und von Mai bis August 1990 durchgeführt. Von ca. 40 wichtigen Fundpunkten, verteilt von Maryland bis South Carolina und vom Miozän bis Pliozän, wurde ein umfangreiches Otolithenmaterial gewonnen (ca. 10-12000 Otolithen), ergänzt durch eine große Zahl von Selachierzähnen. Dieses Material bildet die Basis für die vorliegende Arbeit. Seine stratigraphische Einordnung ist abgesichert nach dem jüngsten Stand der Kenntnis in den USA. Weiterhin wurden die wenigen Otolithen-Arbeiten von anderen Autoren revidiert. Alle verfügbaren Material- und Informationsquellen addiert ergaben weit über 200 auf Otolithen basierende Teleostei-Taxa, wovon allein durch eigene Aufsammlungen ca. 185 Taxa belegt wurden. Das ebenfalls selbst gesammelte Selachiermaterial besteht vor allem aus kleinwüchsigen, bisher wenig beachteten oder überhaupt noch nicht nachgewiesenen Taxa. Damit ist eine wesentliche Ergänzung der bisher vorliegenden Faunenlisten aus dem atlantischen Tertiär der USA möglich. Außerdem sind durch eigene Beobachtungen Revisionen der stratigraphischen Reichweite bekannter Taxa möglich. Die Summe des Materials eröffnet einerseits die Aussicht, die Evolution wichtiger Gruppen vom Miozän bis rezent verfolgen zu können, andererseits sind jetzt auch fundierte transatlantische Faunenvergleiche möglich, mit allen daran hängenden weiterführenden Aussagemöglichkeiten. Solche Interpretationen bilden den Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit (Kapitel 5), nachdem im zwangsläufig umfangreichen systematisch-taxonomischen Teil (Kapitel 4) mit den Bestimmungen die Basis hierfür geschaffen wurde.

**Dank:** Die gesamte Arbeit wäre ohne die tatkräftige Unterstützung zahlreicher Institutionen, Freunde und Kollegen nicht so und vor allem nicht so zügig möglich gewesen. Ihnen allen möchte ich an dieser Stelle herzlich danken. An erster Stelle sind die Deutsche Forschungsgemeinschaft und Herr Prof. Dr. F. Strauch (GPI Münster) zu nennen, welche die Arbeiten weitgehend finanziell und ideell unterstützt und überhaupt erst ermöglicht haben. Während der viermonatigen Exkursion in den USA erhielt ich die uneingeschränkte Hilfe zahlreicher Kollegen: Dr. T. Waller und (Smithsonian Inst. Washington), Mrs. J. Hooper, Mr. M. Gottfried und Mr. D. Bohaska (Calvert Marine Museum, Solomons, Maryland), Mrs. und Mr. Schwimmer (Columbus College, Columbus, Georgia). Zahlreiche interessierte Landeigner, auf deren Territorien sich Aufschlüsse befinden, unterstützten mich auf vielfältige Weise. Hervorzuheben sind vor allem die Familien Eanes und Townsend am Pamunkey River, (Virginia, Old Church/Mechanicsville), die Mitarbeiter von Sand & Gravel Pit Bottom's Bridge am Chickahominy River (Virginia), Familie Wood (Richmond, Virginia, Burhans Wharf am Rappahannock River), Fam. Taliaferro (Bowers Wharf am Rappahannock River, Virginia), die Eigentümer der Farm Martiau am Piankatank River (Virginia), Fam. Emerson (Surry, James River, Virginia), Mrs. von Schelling-Elay (Mount Pleasant, James River, Virginia), Mr. Carpenter (public relations manager von Texasgulf Inc. - Lee Creek Mine, Aurora, North Carolina) und Mr. Hughes (Lee Creek Mine), Mr. D. Curtis (Ranger im Goose Creek State Park, North Carolina), die Mitarbeiter im Martin Marietta & Co. Quarry (Belgrade, North Carolina), die Mitarbeiter von Silverdale Marl Pit (Silverdale, North Carolina) und Mrs. Morain (Calvert County, Maryland). Zahlreiche weitere, ungenannte Personen ermöglichten den Zugang zu Privatgrundstücken.

Die Arbeiten im Anschluß an die Exkursion wurden wiederum von Kollegen im Institut Münster unterstützt, wofür ich herzlich danke. Herr Dr. M. Herholz fertigte die Photos am Rasterelektronenmikroskop an. Herr Dr. M. Bertling und Herr Dr. J. Welle übernahmen eine Korrekturlesung des Manuskripts. Außerordentlich fruchtbare Diskussionen über Otolithen und Selachierzähne verdanke ich den Kollegen Dr. D. Nolf und Dr. J. Herman (Brüssel) sowie Dr. W. Schwarzhans (Duisburg). Bei den genannten Kollegen konnte ich weiterhin rezentes Vergleichsmaterial einsehen und schwer zugängliche Literatur beschaffen.

W. Schwarzhans stellte einen umfangreichen, noch unveröffentlichten Katalog rezenter Sciaenidae-Otolithen zur Verfügung, womit die Bestimmung der fossilen Sciaenidae-Otolithen sehr erleichtert wurde.

## 2. Aufgabenstellung und Arbeitsmethodik

### 2.1. Aufgabenstellung

Nach zahlreichen Arbeiten europäischer Autoren liegt aus diesem Raum inzwischen ein hoher Kenntnisstand über tertiäre Fischfaunen vor. Diese Arbeiten befassen sich vor allem mit der Bestandsaufnahme europäischer Tertiärfaunen und mit deren paläoökologischer Interpretation. Auch Probleme der Evolution rücken in jüngster Zeit etwas mehr in den Vordergrund, während die paläobiogeographische Interpretation der Faunen erst in allerjüngster Zeit etwas intensiver betrieben wird. Solche Studien werden durch den sehr geringen Kenntnisstand außereuropäischer Faunen gegenwärtig jedoch noch stark eingeschränkt. Daher ist es wünschenswert, den europäischen Raum zu verlassen und sich verstärkt fossilen Faunen in anderen Teilen der Welt zuzuwenden. Für die europäische Seite liegt es nahe, sich zunächst um die "andere Seite" des Atlantiks zu bemühen, denn hier sind die engsten faunistischen Beziehungen im jüngeren Tertiär, nach Zerfall der Tethys, zu erwarten. Einige Taxa (vor allem Sciaenidae) im Nordseebecken deuten nach einem Vergleich mit rezenten westatlantischen Faunen solche Beziehungen an, wurden aber bisher wegen unzureichender Kenntnis häufig als Endemismen angesehen. Erste Vorstudien führten zur Idee, den gesamten nordatlantischen Raum zu bearbeiten und transatlantische Faunenbeziehungen zu untersuchen.

Da der Kenntnisstand in den USA recht gering ist und die wenigen Arbeiten über Otolithen aus dem atlantischen Tertiär der USA zudem teilweise noch recht problematisch und als Datenbasis ungeeignet sind, ergab sich die Notwendigkeit, selbst Material in den USA zu beschaffen und systematisch-taxonomisch zu bearbeiten. Aus diesem Grunde wurde eine viermonatige Exkursion vorbereitet und durchgeführt, in deren Verlauf eine umfangreiche Otolithen-Kollektion zusammengetragen wurde. Material anderer Autoren wurde revidiert und neu interpretiert. Insgesamt stehen damit weit über 200 auf Otolithen basierende Teleost-Taxa zum transatlantischen Faunenvergleich zur Verfügung. Das ist eine erhebliche Zahl und dürfte den Kern der nordwestatlantischen (neritischen!) Faunen vom Eozän bis zum Pliozän treffen. Rechnet man die Selachier hinzu, ist nun genügend Material für vergleichende Analysen und Schlußfolgerungen vorhanden.

### 2.2. Arbeitsmethodik

Nach Start des Projektes wurde zunächst alle verfügbare jüngere Literatur über das atlantische Tertiär der USA durchgesehen, speziell zum Thema Stratigraphie und Mollusken. Dieser Weg war notwendig, da in den USA von den wenigsten Geologen und Paläontologen auf Otolithen geachtet wurde

und deshalb keine direkten Informationen aus der amerikanischen Literatur verfügbar waren. Als wichtige Leitgruppe bei der Suche nach geeigneten Lokalitäten wurden Gastropoden benutzt (Aragonit-Schaler). Der Nachweis gut erhaltener Gastropoden ist ein wichtiges Indiz dafür, daß an der entsprechenden Stelle mit ebenfalls gut erhaltenen (aragonitischen) Otolithen zu rechnen ist. Auf diese Weise wurden wichtige, hoffige und stratigraphisch sicher eingestufte Lokalitäten herausgefiltert. Ferner wurde versucht, schon Hinweise über den Zustand der Lokalitäten zu gewinnen. Ein weiterer wichtiger Punkt war die Tatsache, ob Wasser in der Nähe vorhanden ist. Großproben müssen möglichst schon am Ort geschlämmt werden, weil ein Transport in vielen Fällen schwer zu organisieren ist (schwierige Anmarschwege durch Swamps oder Dickicht). Über den Zustand der Aufschlüsse gaben vor allem die neuesten amerikanischen Exkursionsführer Hinweise. Auf der Basis dieser Vorinformationen aus der Literatur wurde die Exkursionsroute in Deutschland schon weitgehend vorgeplant. Nach Ankunft in den USA wurden bei Kollegen im Smithsonian Inst. in Washington die neueste, in Deutschland noch nicht vorhandene Literatur eingesehen (vor allem neue Exkursionsführer) und weitere Informationen besorgt. Danach erfolgte die endgültige Festlegung der Route.

Die üblichen mikropaläontologischen Siebe sind für die zeitsparende Bewältigung von Großproben zu klein und ungeeignet. Daher wurde aus einem stabilen Holzrahmen und dem in den USA handelsüblichen Mosquito Screen (ca. 1mm Maschenweite) ein großes Sieb angefertigt und während der gesamten Exkursion benutzt. Zunächst wurden die Profile mit Hilfe von kleinen Orientierungsproben auf Otolithen durchgemustert. Bei hoffigen Horizonten wurden dann Großproben von 50kg und mehr Sediment ausgeschlämmt. Da an allen Aufschlüssen (meist Kliffs und Bluffs an der Chesapeake Bay oder an Flüssen) Wasser vorhanden war, konnte direkt am Aufschluß geschlämmt werden. Der das 1mm-Sieb passierende Feinkornanteil der Proben wurde aufgefangen und mit einem 0,4mm-Sieb bearbeitet. Eine große Probe von sehr bindigem Sediment erforderte teilweise mehrere Tage zur Bearbeitung (pro Tag etliche Stunden Arbeit im wenigstens knietiefen Wasser). Zu jeder Probe wurde repräsentatives Molluskenmaterial für paläoökologische Analysen und biostratigraphische Zwecke eingesammelt. In den wenigen Fällen, wo die stratigraphische Situation nicht ganz klar war, wurden Proben für Nannoplankton-Untersuchungen genommen. Die Fundpunkte wurden photographisch dokumentiert und vermessen. Damit sind alle Proben genau dokumentiert und die stratigraphische Position aller Proben ist abgesichert.

Das ganze Programm erwies sich als gut durchführbar, allerdings war eine so straffe Planung, wie von Deutschland aus vorgesehen, aus folgenden Gründen nicht möglich:

1. Vor dem Betreten der weitgehend auf Grund-

stücken in Privatbesitz befindlichen Aufschlüsse ist unbedingt das Einverständnis der Eigentümer einzuholen, auch wenn das Gelände den Eindruck unberührter Wildnis macht. Tut man dies nicht, muß man mit unangenehmen Überraschungen rechnen, die im Extremfall bis zum Gebrauch von Schußwaffen reichen können. Man bekommt fast immer Zutritt zu den Fundpunkten, doch ist es teilweise sehr zeitaufwendig, die Eigentümer ausfindig zu machen und Genehmigungen einzuholen.

2. Bei den Dimensionen des Landes ergaben sich häufig lange und zeitaufwendige Anfahrten. Dies ist von Deutschland aus nur schwer einschätzbar, wenn man vorher noch nicht im Lande war.

3. Ein wesentlicher bremsender Faktor ist das Wetter. Im schwülheißen Wetter der Coastal Plains bilden sich häufig schwere Unwetter, nicht selten mehrere täglich. Man muß die Arbeiten oft unterbrechen und sich in Sicherheit bringen. Mehrfach konnte eine Katastrophe nur durch sichere Instinkte vermieden werden. Viele Tage konnte nur schnell in den Pausen zwischen den Unwettern geschlämmt werden, und das Konzentrat wurde mit zum Campingplatz genommen und hier ausgelesen.

4. Die Tage sind im Sommer deutlich kürzer als in Mitteleuropa. Der mittlere Teil der Coastal Plains liegt auf der gleichen geographischen Breite wie etwa Südsanien und Marokko, damit der äquatorialen Tag- und Nacht-Gleiche wesentlich näher. Für ein Auslesen von Proben geben die üblichen Camping-Gaslaternen nicht genügend Licht ab.

Aus diesem Grunde wurde vom ursprünglichen Plan, noch in Alabama und Mississippi zu sammeln, Abstand genommen. Die Zeit wurde ganz in die Atlantic Coastal Plains investiert. Trotz der Witterungsunbilden bis hin zu Tornados gelang es schließlich, 4 Monate unbeschadet im Zelt zu überstehen und über 4 Tonnen Sediment zu schlämmen und unterwegs auszulesen.

Die Schlämmerückstände über 1mm Partikelgröße wurden unterwegs ausgelesen, um den teuren Transport großer Probenmengen nach Deutschland zu vermeiden. Das feine Material unter 1mm wurde in den in den USA üblichen Aluminium-Bakeries (Aluminium-Asietten von ca. 30x40cm, in jedem Country Store erhältlich) getrocknet und nach Deutschland versandt. Es wurde nach Rückkehr im Institut in Münster unter einem Binokular ausgelesen. Auf diese Weise konnten zahlreiche Otolithen kleinwüchsiger Teleostei (Ammodytidae, Blenniidae etc.) und Zähne diverser kleinwüchsiger Selachier (Triakidae, Rajidae, Dasyatidae etc.) gewonnen werden. Nach dem Auslesen der Proben wurde das Material bestimmt und für quantitative Auswertungen (paläoökologische Analysen) ausgezählt.

Nach Durchsicht der Otolithenliteratur offenbarten sich hier bei einigen Autoren mehr oder weniger gravierende Mängel, sowohl in Beschreibung als auch in Abbildungen. Diese führten dazu, daß

die publizierten Taxa nur schwer oder überhaupt nicht interpretierbar sind (siehe FRIZZELL & DANTE, 1965; STINTON, 1975-1984). Daher ist hier die Beschreibungen möglichst ausführlich angelegt, auch wenn dies recht zeitaufwendig ist und bei den zahlreichen zu behandelnden Taxa viel Platz erfordert. Zur besseren Orientierung sind die Beschreibungen weitgehend standardisiert. Viel Wert wurde auch auf die Abbildungen gelegt. Es sind komplette ontogenetische Serien und ein breiter Querschnitt der Variationsbreite der entsprechenden Taxa dargestellt, sofern dies das Material zuläßt. Für die Dokumentation wird weitgehend auf Zeichnungen zurückgegriffen. Otolithen sind morphologisch recht einfach gestaltete Körper und lassen sich bei einiger Übung und unter Verwendung eines Zeichenspiegels relativ schnell zeichnen. Auf diese Weise sind größere Serien relativ zeitsparend und kostengünstig darzustellen und zu reproduzieren. Holotypen und Selachierzähne wurden photographiert, teilweise unter Verwendung des Rasterelektronenmikroskopes.

### 3. Überblick über das Tertiär der US Atlantic Coastal Plains und bearbeitete Aufschlüsse

#### 3.1. Geologisch-stratigraphische Übersicht

Es ist nicht das Ziel dieser Arbeit, das Tertiär der Atlantic Coastal Plains ausführlich zu diskutieren. Aus Platzgründen erfolgt eine Beschränkung auf die zur exakten stratigraphischen Einordnung der Proben erforderlichen Angaben sowie auf einige paläogeographische und fazielle Probleme, die wichtig sein können für paläoökologische Analysen. Gleichzeitig ermöglichen neueste Publikationen aus den USA, kombiniert mit eigenen Beobachtungen, eine kritische Bewertung der Publikationen früherer Autoren über Fischfaunen aus dem atlantischen Tertiär der USA. Hier ist infolge früher ungeklärter stratigraphischer Zusammenhänge vieles zu korrigieren und neu zu interpretieren. Weiterhin können manche paläogen-neogenen Mischfaunen, die früher für viel Verwirrung in der Literatur gesorgt haben, nach Beobachtungen vor Ort "entschärft" werden.

Der Beginn der paläontologischen Erforschung des atlantischen Tertiärs der USA läßt sich sehr weit zurückverfolgen. In einem Werk über Mollusken bildete LISTER (1685) eine fossile *Ecphora* von Maryland ab, das erste in der Literatur überhaupt erwähnte Fossil aus Nordamerika. Die zielgerichtete und wissenschaftlich besser fundierte Forschung jedoch setzte erst richtig in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ein. In einem relativ kurzen Zeitraum erschienen zahlreiche große Monographien und auch eine in Grundzügen bis heute gültige stratigraphische Gliederung wurde etabliert. In der ersten Hälfte diese Jahrhunderts

wurde durch intensive Bearbeitung von Mollusken und Mikrofaunen die Basis für eine immer feinere Untergliederung gelegt. Außerdem gelang es, die vielen lokalen Einheiten (Formationen und Members) besser miteinander zu korrelieren. Vor allem für das Paläogen wurde in dieser Zeit ein Standard geschaffen, der später nur noch geringfügig zu korrigieren war. Wichtige Ergebnisse wurden in dieser Zeit von MANSFIELD, OLSSON, KELLUM, COOKE, MILLER u.a. publiziert (siehe Literaturverzeichnis).

Viel schwieriger war jedoch die Korrelation der neogenen Formationen und die Klärung ihrer stratigraphischen Stellung, vor allem im Bereich Obermiozän bis Pliozän. Die Probleme lassen sich bis in die jüngste Literatur verfolgen und haben auch bei der stratigraphischen Einstufung von Fischfaunen zu zahlreichen Verwicklungen geführt. Dank der Arbeiten von WARD, BLACKWELDER, TOULMIN, DUBAR, FREDERIKSEN, GIBSON, HAZEL, MURRAY, POOSER, PURI u.a. (siehe Literaturverzeichnis) sind die Verhältnisse heute einigermaßen geklärt, und die nachfolgend kurz diskutierte stratigraphische Gliederung des Tertiärs der Atlantic Coastal Plains ist heute durch moderne mikropaläontologische Bearbeitungen weitgehend abgesichert und stabilisiert.

Die tertiären Formationen der US-Ostküste bilden zusammen mit Sedimenten der Oberkreide die flachwellige Landschaft der Atlantic Coastal Plains, des östlichen Vorlandes der Appalachen. Generell fallen die Schichten von den Appalachen her leicht zur Küste hin ein, so daß vom unmittelbaren Vorland der Appalachen bis zur Küste immer jüngere Schichten oberflächlich ausstreichen, unter mehr oder weniger mächtiger quartärer Bedeckung. Dieses Generalstreichen und -fallen läßt sich von New Jersey bis Georgia verfolgen. Im Norden, etwa ab New York, ist das Tertiär im Verlaufe der quartären Vereisungen ausgeräumt worden, sofern es primär vorhanden war. Einzelne Vorkommen, eingeschuppt in Stauchmoränen, sind aus den Neuengland-Staaten bekannt. Im Süden zieht der gesamte Komplex der Oberkreide- und Tertiärablagerungen um die Appalachen herum, mit einem langen "Finger" nach Süden (Florida), und mündet in das riesige Mississippi-Becken mit seinen ausgedehnten Oberkreide- und Tertiär-Vorkommen (vor allem Paläogen).

Entlang der Atlantic Coastal Plains sind die Flüsse, von den Appalachen kommend, mehr oder weniger deutlich W-E ausgerichtet und zerschneiden mit ihren Tälern das flachwellige Land. In Maryland und Virginia münden die Flüsse in die Chesapeake Bay und bilden ein weitverzweigtes, umfangreiches ästuarines System. An den Kliffs und Bluffs entlang der Flüsse und der Chesapeake Bay ist das Tertiär großräumig aufgeschlossen, während außerhalb davon in der flachwelligen Landschaft kaum natürliche Aufschlüsse existieren. Auch von North Carolina bis Georgia liegen die wichtigsten natürlichen Aufschlüsse an den Flüssen. Entlang der großen Flüsse kann man im Prinzip das gesamte Tertiär in lückenlosen Profildolgen

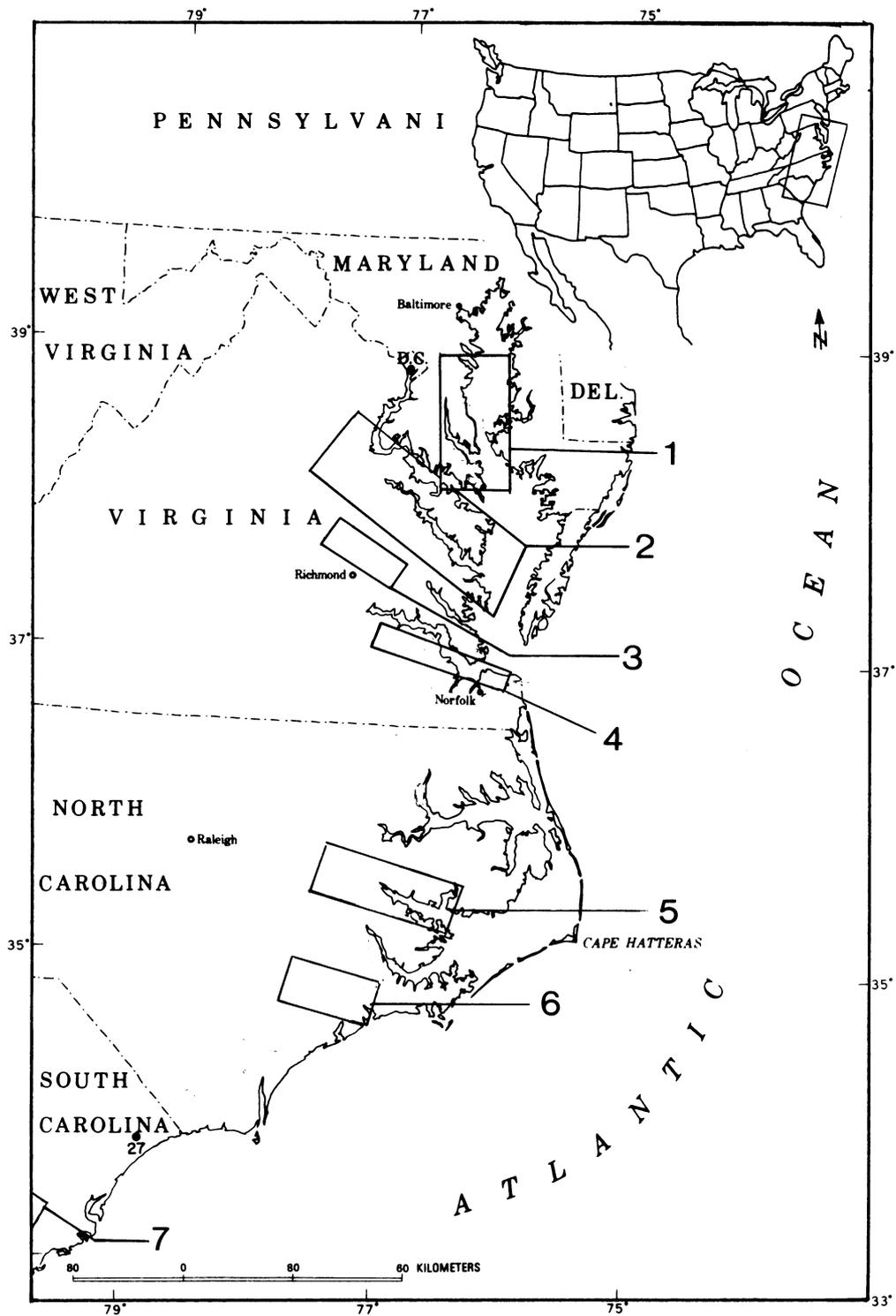


Abb. 1: Karte der USA mit Lage des Arbeitsgebietes und Karte der östlichen USA mit topographischer Position der bearbeiteten Sektionen. 1: Calvert Cliffs Sektion, 2: Potomac/Rappahannock River Sektion, 3: Pamunkey River Sektion, 4: James River Sektion, 5: Tar River/Pamlico Sound Sektion, 6: White Oak River Sektion, 7: Edisto River Sektion.

Fig. 1: Map of the USA with position of collecting area, and map of the south-eastern USA with topographical position of collected sections. 1: Calvert Cliffs section, 2: Potomac/Rappahannock River section, 3: Pamunkey River section, 4: James River section, 5: Tar River/Pamlico Sound section, 6: White Oak River section, 7: Edisto River section.



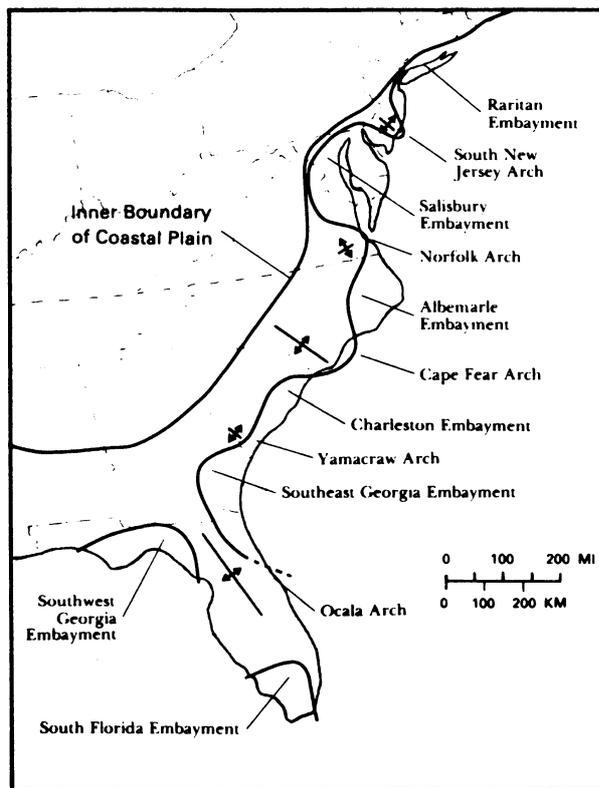


Abb. 3: Strukturkarte der Atlantic Coastal Plains (aus GIBSON, 1970).  
 Fig. 3. Structural map of the Atlantic Coastal Plains (from GIBSON, 1970).

bearbeiten. Allerdings sind viele Aufschlüsse nur vom Boot aus zu erreichen, kaum von der Landseite. An den Kliffs der Chesapeake Bay und an den Ufern der großen Flüsse von Maryland bis South Carolina lag der Schwerpunkt eigener Arbeiten (Abb. 1).

Der Ausstrich des Paläogens bildet einen ziemlich durchgehenden und kaum unterbrochenen Streifen im östlichen Vorland der Appalachen, der sich von New Jersey bis nach Georgia verfolgen läßt. Hier zieht das Paläogen um die Südabdachung der Appalachen herum und mündet in den großen Sedimentationsraum des Mississippibeckens. Die faziellen Verhältnisse wechseln über die große Distanz natürlich sehr stark, doch ist eine generelle Tendenz zu verfolgen. Von New Jersey bis Virginia bestehen die paläozänen und eozänen Formationen vor allem aus klastischen Sedimenten. In North Carolina findet der Übergang in eine weitgehend karbonatische Fazies statt, die sich um die Südausläufer der Appalachen herum verfolgen läßt und sich in Georgia/Westalabama mit den überwiegend wieder klastischen Sedimenten des Mississippibeckens verzahnt. Florida bildete im Paläogen eine stabile Karbonatplattform.

Im Arbeitsgebiet unterteilt man das klassische Paläogen (Abb. 2) in die Brightseat Formation (Un-

terpaläozän), Aquia Formation (Oberpaläozän bis tiefstes Untereozän), Nanjemoy Formation (Untereozän) und Piney Point Formation (Mittlereozän). Diese Formationen werden häufig als Pamunkey Group zusammengefaßt, andererseits weiter in Members unterteilt. Später ist in Virginia noch eine Einheit ausgeschieden worden (Old Church Formation), die von diversen Autoren zwischen Oberoligozän und Untermiozän hin und her geschoben wurde. Heute bestehen keine Zweifel mehr, daß es sich um Oberoligozän handelt. Im Untergrund von Virginia wurde auch marines Obereozän angetroffen, doch ist es nirgendwo in Tagesaufschlüssen zugänglich. Die differenzierte Gliederung des Paläogens ist aus Abb. 2 ersichtlich, verbunden mit der Korrelation bis in das Mississippibecken.

Viel heterogener als das Paläogen ist das Neogen entwickelt. Über die gewaltige Distanz von mehr als 1000 Kilometern hin erstreckt es sich nicht in so gleichmäßiger Lagerung wie das Paläogen. Vielmehr sind entlang der Coastal Plains mehrere große Embayments vorhanden, getrennt durch große Antiklinalen, in denen Oberkreide und Paläogen bis an die Küste reichen können (siehe Abb. 3). Im Detail haben die einzelnen Embayments ihre eigene geologische Geschichte und die einzelnen Formationen wurden mit lokalen Namen belegt, was teilweise zu einem ziemlichen Chaos in der Terminologie führte. Die Subsidenz der einzelnen Becken lief nicht synchron und gleichmäßig ab und interferierte mit den eustatischen Meeresspiegelschwankungen. Auf diese Weise kam es zu zeitlich teilweise recht unterschiedlichen Transgressionen und Regressionen. Hinzu kommen fazielle Unterschiede, die sich schon aus der geographischen Lage und damit paläoklimatischen Situation ergeben. So werden die klastischen Sedimente im Norden (Maryland, Virginia) nach Süden hin häufig von Karbonaten abgelöst. Ähnlich verhält es sich mit der phosphatischen Fazies. Mit den Faziesänderungen einher gingen natürlich Veränderungen in den Faunengemeinschaften. Diese Differenzen führten zu den schon weiter oben angesprochenen Schwierigkeiten der überregionalen stratigraphischen Korrelation.

Das nördlichste Embayment (Raritan Embayment) umfaßt heute das nordöstliche New Jersey und die Küste von New York (Long Island). In diesem Gebiet wurde nicht gearbeitet (Aufschlußverhältnisse nicht günstig). Der South New Jersey Arc trennt das Raritan Embayment vom wesentlich größeren Salisbury Embayment. Im Salisbury Embayment griffen tertiäre Transgressionen weit auf das Appalachenvorland über, und hier findet sich, neben dem hervorragend zugänglichen Paläogen (Pamunkey Group), die vollständigste Serie neogener Ablagerungen (Chesapeake Group). In dieser Region lag der Schwerpunkt der eigenen Geländearbeiten. Das Gebiet umfaßt den größten Teil der Bundesstaaten Delaware und Maryland sowie NE-Virginia (Northern Neck) und die Küstenregion von Virginia um die Chesapeake Bay.

Entlang des Pamunkey Rivers ist fast das ge-

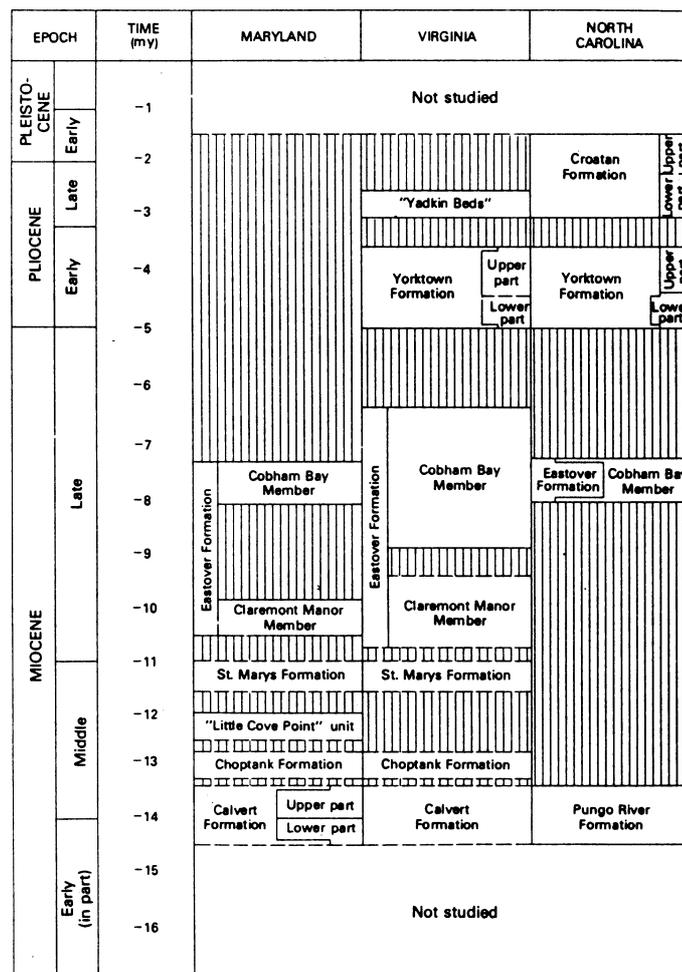


Abb. 4: Stratigraphische Gliederung des Neogens der Atlantic Coastal Plains (aus WARD & BLACKWELDER, 1980).

Fig. 4: Stratigraphical subdivision of the Neogene of the Atlantic Coastal Plains (from WARD & BLACKWELDER, 1980).

samte Paläogen hervorragend aufgeschlossen, und dieses Gebiet ist die namensgebende Region für den Begriff "Pamunkey Group", unter dem in der amerikanischen Literatur die paläogenen Formationen der nördlichen und mittleren Atlantic Coastal Plains zusammengefaßt werden. Im einzelnen sind das Brighthseat Formation (tieferes Paläozän/Danien, am Pamunkey selbst nicht vorhanden), Aquia Formation (höheres Paläozän/Selandien), Nanjemoy Formation (höchstes Paläozän bis Untereozän/oberes Selandien bis Ypresien), Piney Point Formation (Mittlereozän/Lutetien) und Old Church Formation (Oberoligozän/Chattien). In Abb. 2 (entnommen aus WARD, 1985) ist noch eine obereozäne Chickahominy Formation ausgehalten. Diese wurde aus Tiefbohrungen beschrieben (CUSHMAN & CEDERSTROM, 1945), streicht nach bisheriger Kenntnis jedoch nicht oberflächlich aus und ist damit auch nicht zugänglich. In Abb. 2 sind auch die weiteren überregionalen Korrelationen des Paläogens dargestellt.

Das Neogen des Salisbury Embayments wird als Chesapeake Group zusammengefaßt und besteht

aus der Calvert Formation/Pungo River Formation (höheres Untermiozän bis tieferes Mittelmiozän/Langhien), Choptank Formation (Mittelmiozän/tieferes Serravallien), St. Marys Formation (höchstes Mittel- bis tiefstes Obermiozän/höheres Serravallien bis tiefstes Tortonien), Eastover Formation (Mittleres bis oberes Obermiozän/höheres Tortonien bis Messinien) und Yorktown Formation (Unterplozän/Zanclien). Eine Serie Oberplozäner bis altpleistozäner Formationen (teilweise noch in der stratigraphischen Stellung umstritten) schließt sich im unmittelbaren Küstenbereich an. Vor allem die obermiozänen und die unterplozänen Ablagerungen im Salisbury Embayment haben lange Zeit für Konfusion in der Literatur gesorgt. Obermiozäne Serien von Virginia wurden lange Zeit der St. Marys Fm. oder der Yorktown Fm. zugeschlagen, teilweise unter der Bezeichnung "Virginia St. Marys Formation". Erst von WARD & BLACKWELDER (1980) wurden die Verhältnisse befriedigend geklärt und mit der Etablierung der Eastover Formation wurden die entsprechenden obermiozänen Schichten eingestuft und abgegrenzt (Abb 4).

Der Norfolk Arc trennt das Salisbury Embayment vom südlich anschließenden Albemarle Embayment. Die faziellen Verhältnisse im Albemarle Embayment unterscheiden sich schon deutlich von denen im Salisbury Embayment. Das gesamte Eozän ist lückenhafter ausgebildet. Gleichzeitig werden die klastischen Sedimente weitgehend durch eine mehr oder weniger kalkreiche Fazies ersetzt (Castle Hayne Formation/Lutetien). Aragonitisches Material ist in den Karbonaten der Castle Hayne Formation kaum erhalten, damit sind der Otolithen-Suche auch enge Grenzen gesetzt. Das Gleiche gilt auch für die oligozäne River Bend Formation (Chattien). Dafür liegen im Albemarle Embayment die einzigen Lokalitäten entlang der Coastal Plains, an denen tiefstes Miozän aufgeschlossen ist (Aquitanium, Belgrade Formation). Zur Belgrade Formation gehören die fossilreichen "Silverdale Beds" am White Oak River in North Carolina (jetzt Haywood Landing Member der Belgrade Fm.), welche eine reiche Otolithen- und Selachier-Kollektion geliefert haben. Die Calvert Formation wird durch die phosphatisch-karbonatische Pungo River Formation faziell vertreten, die enorm viele Selachierzähne und Teleosteerknöcher enthält, aber keine Otolithen geliefert hat. Sie ist nur durch den Phosphatabbau in der Lee Creek Mine (Beaufort County) zugänglich. Äquivalente von Choptank Fm., St. Marys Fm. und Eastover Formation fehlen. Erst die unterpliozäne Transgression griff wieder weiter auf das Festland über und drang stellenweise weiter nach Westen vor als die paläogenen und altmiozänen Meereseinbrüche. So liegen pliozäne Sedimente stellenweise auf Oberkreide (z.B. in der Umgebung von Greenville). Im Nordosten von North Carolina werden die pliozänen Sedimente noch zur Yorktown Formation gestellt. Weiter im Süden werden sie als Duplin Formation bezeichnet (zunehmende karbonatisch). Ablagerungen jungpliozäner und altquartärer Ingressionen sind auf den unmittelbaren Küstenbereich beschränkt und oberflächlich kaum zugänglich.

Der Cape Fear Arc bildet einen breiten Sporn, in dem Oberkreide-Serien und die Karbonate der Castle Hayne Formation bis unmittelbar an die Küste reichen, während neogene Sedimente weitgehend fehlen. Im südlich anschließenden Charleston Embayment ist das Paläozän vollständiger ausgebildet (Black Mingo Formation) und auch wieder Untereozän vorhanden (Fishburne Formation). Die Castle Hayne Formation wird durch den Santee Limestone vertreten und die River Bend Formation durch die Ashley Formation der Cooper Group, zu der noch ein obereozäner Anteil gehört (Parkers Ferry Fm. und Harleyville Fm.). Die wirtschaftlich wichtigen Ashley Phosphate Beds, bekannt durch reiche Selachierfaunen, liegen in der Ashley Fm. Leider fehlt auch hier fast völlig aragonitisches Material und damit Otolithen.

Am Edisto River überlagert ein geringmächtiger Karbonat-Horizont (Edisto Formation) die Ashley Fm. Dieser geringmächtige Horizont wird in das

tiefste Miozän gestellt und ist ein Äquivalent der Belgrade Fm. in North Carolina. Das gesamte weitere Miozän ist außerordentlich reduziert und beschränkt sich auf die Pungo River Formation im küstennahen Zentrum des Beckens, in der Umgebung von Charleston. Erst pliozäne Transgressionen reichten wieder weiter in das Landesinnere und hinterließen die Ablagerungen der Duplin Formation (am Edisto auch als Raysor Fm. bezeichnet) und der Waccamaw Formation (Oberpliozän).

Im Southeast Georgia und in Florida ist das Tertiär insgesamt wieder vollständiger entwickelt, allerdings über große Strecken karbonatisch und damit für Otolithen-Prospektion ungeeignet. Erst im Übergang zum Mississippi-Embayment, in SW-Georgia bis Alabama, finden sich wieder umfangreiche klastische und fossilreiche Serien des Paläogens, weiter im Süden (Florida Panhandle) des Neogens. Die Stratigraphie dieser Gebiete ist in den Abbildungen mit enthalten, da wichtiges Material von dort in der Literatur publiziert wurde. Nähere Erläuterungen sollen aus Platzgründen hier nicht erfolgen, da diese Bereiche außerhalb des eigenen Arbeitsgebietes liegen.

### 3.2. Bearbeitete Aufschlüsse

Nach der komprimierten Übersicht über das Tertiär der Atlantic Coastal Plains sind nun die Verhältnisse in einigen Regionen (Schwerpunkte der eigenen Arbeit) noch etwas detaillierter zu besprechen. Den ersten Schwerpunkt bildet die Chesapeake Group in Maryland (Calvert Formation bis St. Marys Formation). Dieser Bereich wird nachfolgend unter Calvert Cliffs-Sektion behandelt. Der nächste Schwerpunkt ist das Tertiär in NE-Virginia (Potomac River und Rappahannock River). Daran schließt sich das Paläogen am Pamunkey und Chickahominy River in Virginia an, kurz als Pamunkey River-Sektion zusammengefaßt. Weiter folgt das Neogen am James River (James River-Sektion). Die Lage der Fundpunkte dieser Sektionen ist in Abb. 5 dargestellt. Als letzte Sektionen folgen die White Oak River-Sektion in North Carolina und die Edisto River-Sektion in South Carolina. Einige weitere Lokalitäten sind punktuell über die Coastal Plains verstreut.

Für die bearbeiteten Aufschlüsse erübrigt sich eine genaue topographische und lithologische Beschreibung, da es sich durchweg um in der Literatur ausführlich beschriebene Lokalitäten handelt. Die wichtigste Zitate für die einzelnen Aufschlüsse ist an der entsprechenden Stelle angegeben. In aus der Literatur entnommenen Profilen wird die Orientierung der bearbeiteten Proben dargestellt, so daß die Lage der Aufschlüsse und die Position der Proben exakt dokumentiert ist, ohne daß erneute umfangreiche Beschreibungen erforderlich sind.

#### 3.2.1. Calvert Cliffs-Sektion

In Maryland liegen die wichtigsten Aufschlüsse entlang der Westküste der Chesapeake Bay. Einige

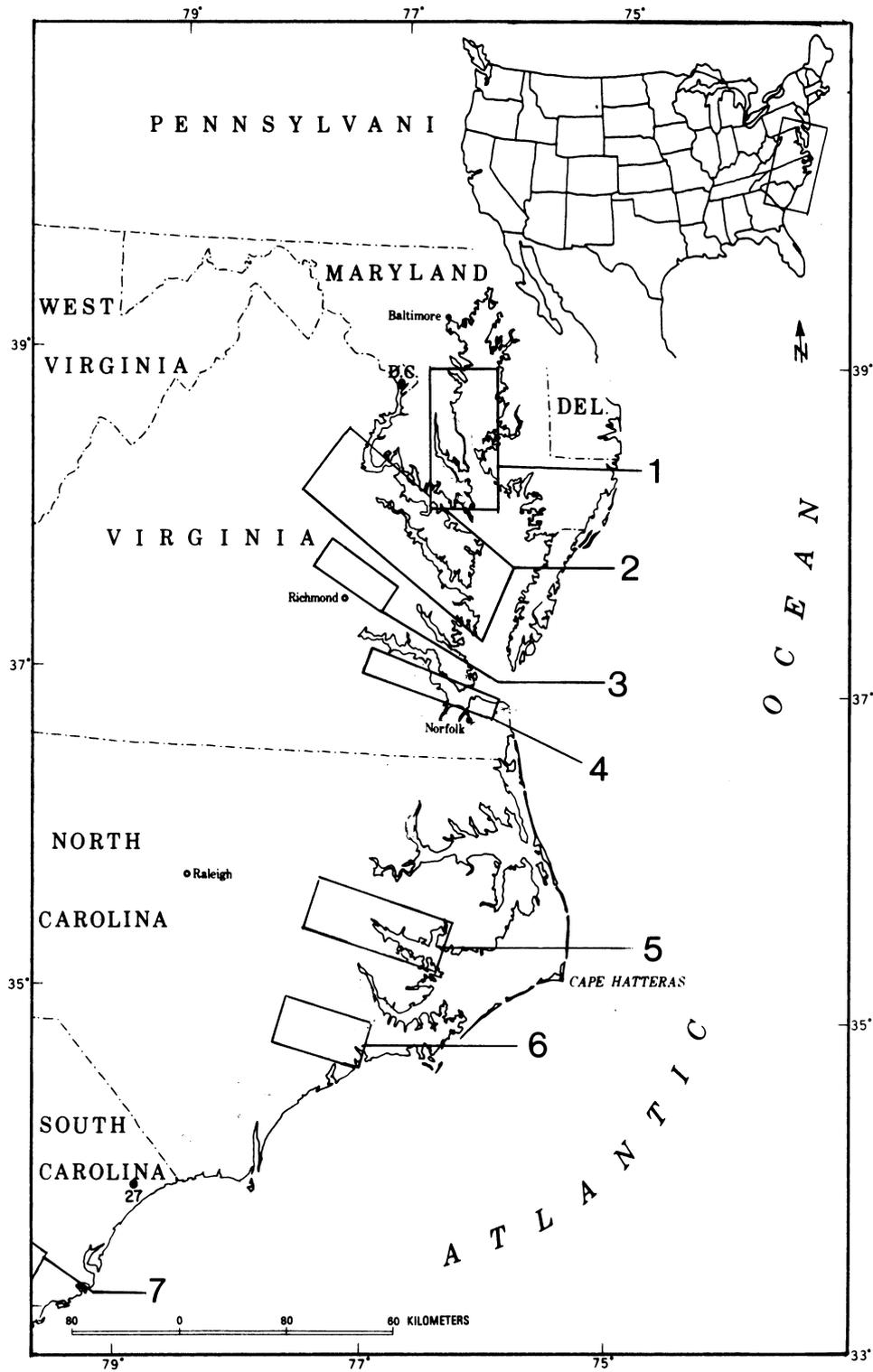
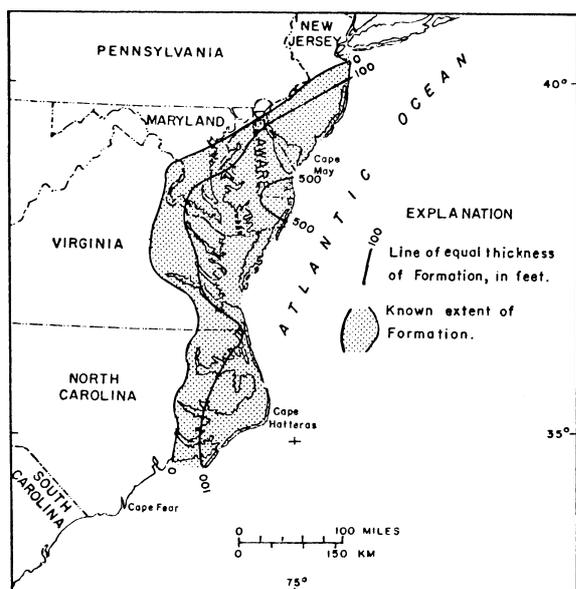
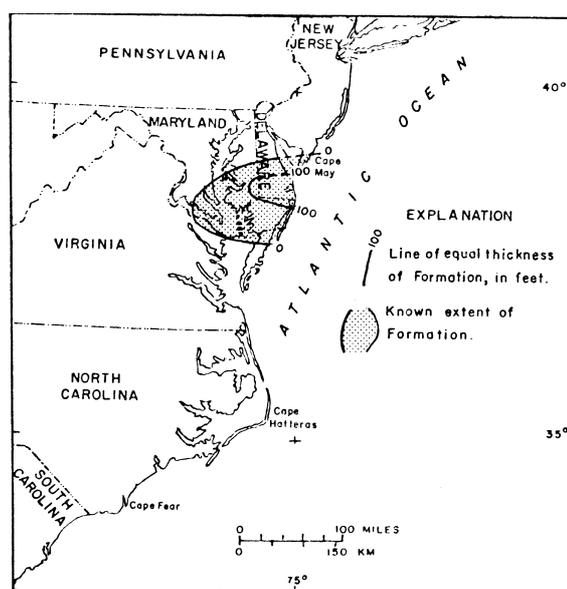


Abb. 5: Karte von Maryland/Virginia mit bearbeiteten Fundpunkten (Kartengrundlage aus WARD, 1985). 1 + 5: Scientists Cliffs, 2 + 3: bei Governor Run, 4: Fairhaven Cliffs, 6: Plum Point, 7: Willows, 8: Chancellor Point, 9: Little Cove Point, 10: S von Aquasco, 11: Camp Conoy, 12: Bull Bluff, 13: Nomini Cliffs, 14: Snow Creek, 15: Ware Creek, 16: Bowers Wharf, 17: Burhans Wharf, 18: Martiau, 19: „Devils Hole“, 20-21: Prop. Eanes, 22: Bottoms Bridge, 23: bei Prop. Cole, 24: Horseshoe Farm, 25: Bluffs W von Prop. Eanes, 26: Prop. Emmerson, 27: Mount Pleasant.

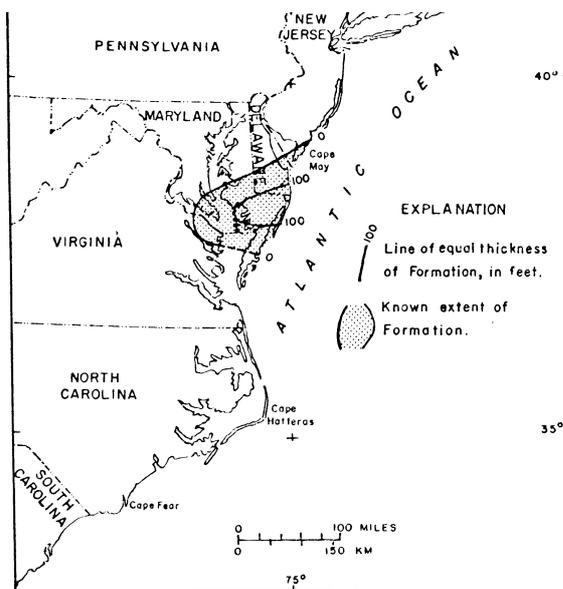
Fig. 5: Map of Maryland/Virginia with collecting localities (based on a map from WARD, 1985). 1 + 5: Scientists Cliffs, 2 + 3: at Governor Run, 4: Fairhaven Cliffs, 6: Plum Point, 7: Willows, 8: Chancellor Point, 9: Little Cove Point, 10: S of Aquasco, 11: Camp Conoy, 12: Bull Bluff, 13: Nomini Cliffs, 14: Snow Creek, 15: Ware Creek, 16: Bowers Wharf, 17: Burhans Wharf, 18: Martiau, 19: „Devils Hole“, 20-21: Prop. Eanes, 22: Bottoms Bridge, 23: at Prop. Cole, 24: Horseshoe Farm, 25: Bluffs W of Prop. Eanes, 26: Prop. Emmerson, 27: Mount Pleasant.



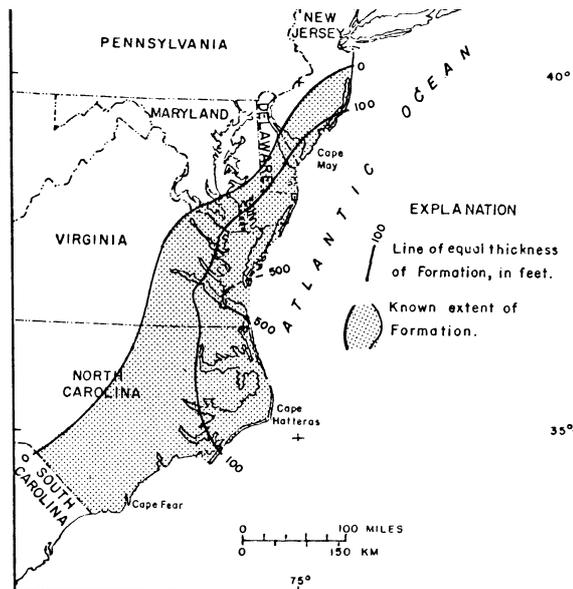
6a: Calvert Formation



6b: Choptank Formation



6c: St Marys Formation



6d: Yorktown/Duplin Formation

Abb. 6: Paläogeographie des Neogens der mittleren Atlantic Coastal Plains: 6a: Calvert Formation, 6b: Choptank Formation, 6c: St. Marys Formation, 6d: Yorktown/Duplin Formation.

Fig. 6: Palaeogeography of the Neogene of the middle Atlantic Coastal Plains: 6a: Calvert Formation, 6b: Choptank Formation, 6c: St. Marys Formation, 6d: Yorktown/Duplin Formation.

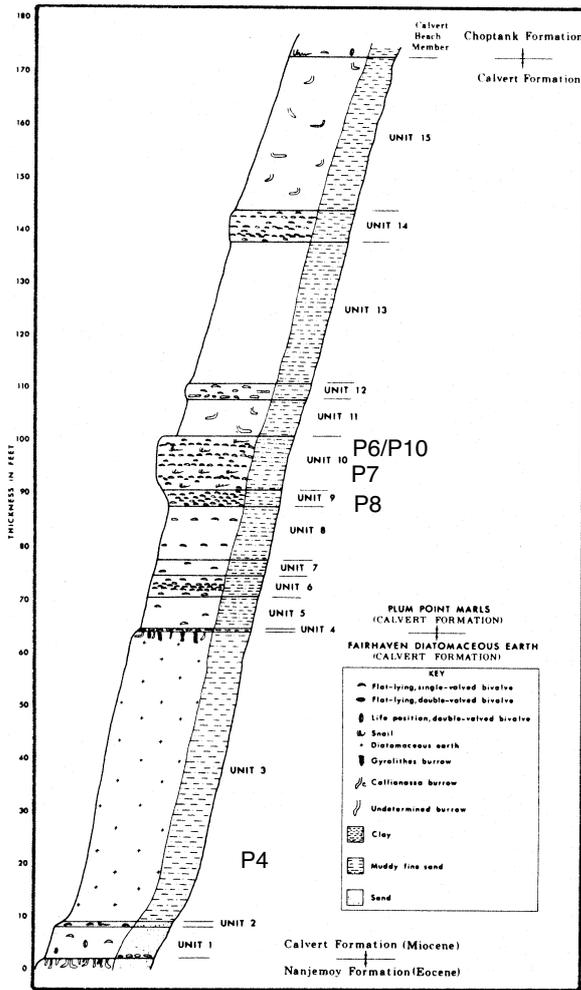


Abb. 7: Stratigraphie der Calvert Formation, mit Position eigener Proben (P-Nummern). Aus GERNANT, 1977.

Fig. 7: Stratigraphy of the Calvert Formation, with position of own samples (P-numbers). From GERNANT, 1977.

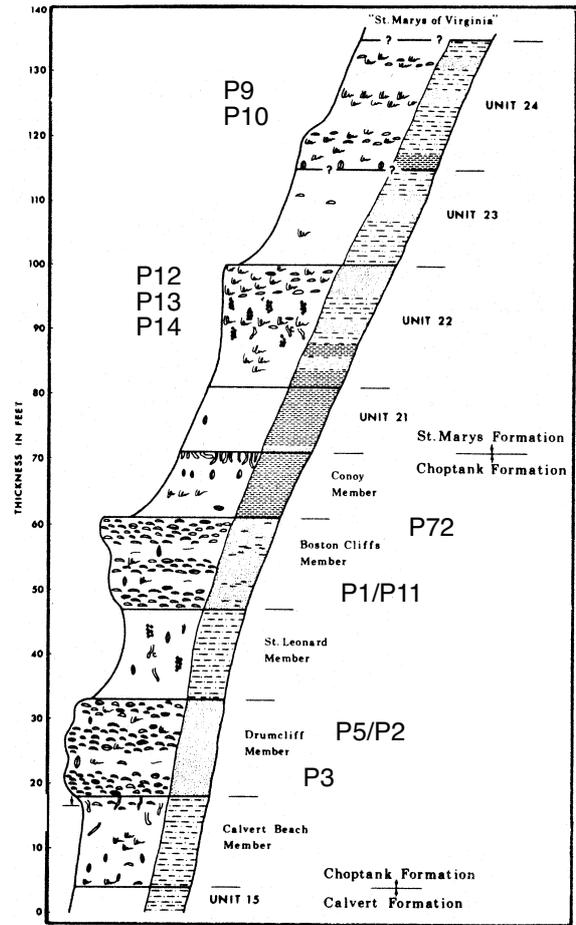


Abb. 8: Stratigraphie der Choptank Formation und St. Marys Formation in Maryland, mit Position eigener Proben (P-Nummern). Aus GERNANT (1977).

Fig. 8: Stratigraphy of the Choptank Formation and St. Marys Formation in Maryland, with position of own samples (P-numbers). From GERNANT (1977).

weitere wichtige Aufschlüsse sind an den Ufern der großen Flüsse (Patuxent R. und Potomac R.) zu finden, sowie in einigen Bacheinschnitten. Die fazielle Entwicklung ist innerhalb der recht kleinen Fläche von Südost-Maryland nicht sehr differenziert, so daß an allen Aufschlüssen der einzelnen Formationen recht identische Verhältnisse angetroffen wurden. Fast der gesamte Komplex der miozänen Schichten ist an den Calvert Cliffs zugänglich. Vom Nordrand des Salisbury Embayments fallen die Schichten leicht nach Süden ein zum Beckenzentrum (etwa Mündung des Potomac R.). Die Calvert Cliffs erstrecken sich fast ideal in N-S-Richtung. Aufgrund dieser Konstellation kann man von Fairhaven im Norden bis nach Solomons im Süden (siehe Abb. 5 loc. 4-9) das gesamte Miozän am Fuße der Kliffs durchwandern, wobei vom Norden nach Süden alle Schichten am Fuß der Kliffs erreichbar sind und Proben entnommen werden können. Da die Schichten auch leicht von West nach Ost einfal-

len, ergibt sich eine ähnliche Situation auch an den Kliffs am Südufer des Potomac, wobei hier noch fast das gesamte Paläogen angeschnitten ist.

Im höheren Untermiozän begann die erste der neogenen Transgressionen im Salisbury Embayment, die auch am weitesten auf das Festland übergriff (Abb. 6a). Diese Transgression hinterließ die unter dem Namen Calvert Formation zusammengefaßten Ablagerungen. Insgesamt reichte der Zyklus bis in das tiefere Mittelmiozän und kann mit dem Langhian der internationalen stratigraphischen Gliederung korreliert werden.

Zwischen Annapolis und Fairhaven liegt die Calvert Formation als tiefste miozäne Formation transgressiv auf entkalkter Nanjemoy Formation (Untereozän). Den basalen Abschnitt der Calvert Fm. bilden entkalkte Sande, die als Popes Creek Sand Mbr. bezeichnet werden. Von manchen Autoren wird diese basale Folge noch weiter unterteilt: die eigentlichen Popes Creek Sande und die noch darunter liegenden Dunkirk Beds. Die einzelnen, lithologisch und faunistisch aushaltbaren Lagen (Beds oder Units) sind an den Kliffs in Maryland konse-

quent durchnummeriert (dies geht zurück bis auf SHATTUCK, 1904), von der Calvert bis zur St. Marys Formation. Auf die basalen Sande der Calvert Formation entfallen die Nummern 1-2. Die Sande enthalten häufig Selachierzähne, aber keine Mollusken in Schalenerhaltung und Otolithen. Die Selachierzähne im basalen Transgressionshorizont sind zuweilen aus dem unterlagernden Eozän aufgearbeitet und resedimentiert.

Auf die basalen Sande folgt eine ca. 60-70 ft. mächtige Serie dunkelgraugrüner, diatomitischer Schluffe, aufgeschlossen an den Fairhaven Cliffs (Abb. 7) (Fairhaven Mbr.). Im basalen Bereich finden sich Phosphorit-Konkretionen und phosphatische Steinkerne von Mollusken sowie zahlreiche Selachierzähne. Karbonatisches Material ist nicht erhalten, in einigen Niveaus höchstens einige primär kalzitische Mollusken. Damit sind keine Voraussetzungen für erfolgreiche Otolithensuche gegeben. Das Fairhaven Member bildet Unit 3 der SHATTUCK'schen Numerierung.

Über dem Fairhaven Member folgt eine Serie mehr oder weniger schluffig-toniger Feinsande, die als Plum Point Member zusammengefaßt werden (um 100 ft. mächtig). In dieser Serie wechseln mehr oder weniger molluskenreiche Horizonte (Unit 4-15), doch sind in der Regel nur primär kalzitische Mollusken gut erhalten. Eine Ausnahme bildet eine mächtige Schillbank (10 ft.) in der unteren Hälfte des Plum Point Member (Unit 10). Hier finden sich viele hervorragend erhaltene Mollusken, und dieses Niveau lieferte eine reiche Otolithen-Assoziation. In anderen Units konnten keine Otolithen ermittelt werden, doch sind Selachierzähne teilweise recht häufig. Unit 10 liegt bei Plum Point am Fuß des Kliffs und ist hier gut zugänglich. Ein weiterer guter Aufschluß liegt in einem Bacheinschnitt südlich von Aquasco (Prince Georges County).

Die nächste Transgression erfolgte im Mittelmiozän (Serravallien), wobei vom Atlantik her nur eine kleine Bucht in den nördlichen Teil des Salisbury Embayment reichte (Abb. 6a). Die Aufschlüsse der davon herrührenden Choptank Formation sind daher begrenzt auf den Südosten von Maryland und auf Delaware. Im mittleren Teil der Calvert Cliffs (zwischen Plum Point und Dares Beach) liegt die Choptank Formation noch hoch in den Kliffs, zwischen Scientists Cliffs und dem Nuclear Power Plant erreichen die einzelnen Bänke jedoch den Fuß der Kliffs und sind hier zugänglich.

Die Choptank Formation (Abb. 8) ist etwa 60 ft. mächtig und besteht aus Unit 16 bis 20. Interessant sind zwei mächtige Schillbänke (Unit 17 = Drumcliff Member und Unit 19 = Boston Cliffs Member), die reiche Molluskenfaunen führen und auch gute Otolithen geliefert haben. Die Bänke dazwischen sind hingegen sehr fossilarm.

Im höheren Mittelmiozän (oberes Serravallien) begann eine dritte Transgression, die nur wenig über die der Choptank Formation hinausging (Abb. 6c). Die Sedimente dieses Zyklus' werden unter dem Namen St. Marys Formation zusammengefaßt

und enthalten Unit 21-24 der Gliederung nach SHATTUCK (Abb. 8). Die Beckenachse verschob sich in dieser Zeit etwas weiter nach Süden und damit auch das Zentrum der Sedimentation. Gute Aufschlüsse finden sich heute nur im äußersten SE von Maryland und im Northern Neck von Virginia, dem Zentrum des Beckens. Außerhalb dieses zentralen Bereiches ist die St. Marys Formation erodiert oder tiefgründig verwittert und entkalkt.

Unit 21-23 werden als Little Cove Point Member zusammengefaßt, Unit 24 als Windmill Point Member bezeichnet. Unit 21 besteht aus schluffigen, praktisch fossilfreien Tonen. Unit 22 hingegen ist außerordentlich fossilreich (hochdiverse, sehr gut erhaltene Mollusken sowie große Mengen von Otolithen) und enthält eine Wechselfolge von Schillbänken und tonig-feinsandigen Schluffen. Unit 23 wird von feinsandigen Schluffen bis Feinsanden beherrscht und ist an den Aufschlüssen überall verwittert und entkalkt. Unit 24 setzt sich aus einer Wechselfolge von Feinsanden bis tonigen Schluffen zusammen, mit mehr oder weniger mächtigen Schillhorizonten. Mollusken sind reichlich vorhanden, divers und gut erhalten. Auch Otolithen sind gut vertreten. Insgesamt ist das Little Cove Point Member um 40 ft. mächtig und das Windmill Point Member um 20 ft.

An den Scientists Cliffs setzt die St. Marys Formation ein und liegt hier noch unzugänglich hoch in den Kliffs. Zwischen Calvert Cliffs State Park und Cove Point erreicht Unit 21 den Fuß der Kliffs, zwischen Little Cove Point und Chesapeake Ranch Estates Unit 22. Bei Chesapeake Ranch Estates liegen die besten Aufschlüsse von Unit 22 (Little Cove Point, Driftwood Beach und Seahorse Beach). Von dort stammen einige 1000 Otolithen. Das Windmill Point Member ist an den Calvert Cliffs nicht mehr vorhanden, aber an einigen Stellen um St. Marys City am St. Marys River aufgeschlossen. Während der Exkursion waren Aufschlüsse bei Chancellors Point S St. Marys City zugänglich und lieferten eine reiche Otolithenkollektion.

Auch Erosionsrelikte von Eastover Formation und Yorktown Formation sind im äußersten Südosten Marylands nachgewiesen worden. Sie sind jedoch in natürlichen Aufschlüssen derzeit nicht zugänglich, zudem stark verwittert und entkalkt.

### **Bearbeitete Aufschlüsse der Calvert Cliffs Sektion**

#### **Aufschluß 1**

**Lage:** Maryland, Calvert County, Scientists Cliffs, Profil südlich des Zuganges zum Strand.

**Stratigraphie:** Mittelmiozän, Choptank Formation, Zone 19 (Boston Cliffs Member).

**Literatur:** GERNANT, R.E.; GIBSON, T.G. & F.C. WHITMORE, 1977 (1971).

**Proben:** P1, ca 100 kg Sediment; P11, ca. 150kg Sediment.

**Datum:** 02.05.1990 (P1) und 17.05.1990 (P11).

**Kollektion:** Umfangreichere, interessante Fauna, zahlreiche Selachier und Otolithen (vor allem Sciaenidae).

**Aufschluß 2**

Lage: Maryland, Calvert County, Cliffs von Calvert Beach nördlich von Flag Ponds Marine Club Marina (zwischen Hafen und Governor Run).

Stratigraphie: Mittelmiozän, Choptank Formation, Zone 17 (Drumcliffs Member).

Literatur: GERNANT, R.E.; GIBSON, T.G. & F.C. WHITMORE, 1977 (1971).

Proben: P2, ca 100 kg Sediment.

Datum: 03.05.1990.

Kollektion: Kleine, aber interessante Fauna (vor allem Sciaenidae-Otolithen).

**Aufschluß 3**

Lage: Maryland, Calvert County, Cliffs zwischen Calvert Beach und Governor Run (am Wasserrriß), entspricht nach Karte etwa der Höhe der südlichsten Häuser von Western Shores Estates.

Stratigraphie: Mittelmiozän, Choptank Formation, Basis Zone 17 (Drumcliffs Member).

Literatur: GERNANT, R.E.; GIBSON, T.G. & F.C. WHITMORE, 1977 (1971).

Proben: P3, ca 20 kg Sediment.

Datum: 03.05.1990.

Kollektion: Wenige und schlecht erhaltene (korrodierte) Otolithen.

**Aufschluß 4**

Lage: Maryland, Calvert County, Fairhaven, Fairhaven Cliffs.

Stratigraphie: Untermiozän, Calvert Formation, Zone 3 (Fairhaven Member), mit Phosphoriten und Selachierzähnen.

Literatur: GERNANT, R.E.; GIBSON, T.G. & F.C. WHITMORE, 1977 (1971).

Proben: P4 (von der Aufschlußoberfläche abgelesenes Material).

Datum: 05.05.1990.

Kollektion: Zahlreiche Selachierzähne, keine Otolithen.

**Aufschluß 5**

Lage: Maryland, Calvert County, Scientists Cliffs, Profil nördlich des Zuganges zum Strand.

Stratigraphie: Mittelmiozän, Choptank Formation, Zone 17 (Drumcliffs Member).

Literatur: GERNANT, R.E.; GIBSON, T.G. & F.C. WHITMORE, 1977 (1971).

Proben: P5, ca 30kg Sediment.

Datum: 06.05.1990.

Kollektion: Otolithen mehr oder weniger korrodiert, einige interessante Sciaenidae.

**Aufschluß 6**

Lage: Maryland, Calvert County, Plum Point.

Stratigraphie: Mittelmiozän, Calvert Formation, Plum Point Member, Zone 10 (Hauptmolluskenbank der Calvert Formation).

Literatur: GERNANT, R.E.; GIBSON, T.G. & F.C. WHITMORE, 1977 (1971).

Proben: P6, ca. 50kg Sediment.

Datum: 11.05.1990.

Kollektion: Interessante, reiche Fauna, Otolithen vor allem Gadidae und Sciaenidae.

**Aufschluß 7**

Lage: Maryland, Calvert County, Cliffs bei Willows Colonie.

Stratigraphie: Mittelmiozän, Calvert Formation, Basis Zone 10 (Hauptmolluskenbank der Calvert Formation) und oberer Teil Zone 9 (*Corbula*-Beds).

Literatur: GERNANT, R.E.; GIBSON, T.G. & F.C. WHITMORE, 1977 (1971).

Proben: P7, ca. 40kg Sediment, Basis Zone 10; P8, ca. 20kg Sediment, obere Zone 9.

Datum: 12.05.1990.

Kollektion: Otolithen in beiden Proben selten und stärker korrodiert, interessante Selachier-Assoziation.

**Aufschluß 8**

Lage: Maryland, St. Marys County, St. Marys City, Chancellors Point.

Stratigraphie: tiefstes Obermiozän, St. Marys Formation, Windmill Point Member.

Literatur: GERNANT, R.E.; GIBSON, T.G. & F.C. WHITMORE, 1977 (1971).

Proben: P9, ca. 120kg Sediment, blaugraue, ockerfleckige Schluffsande aus der Basis des Kliffs; P10, ca. 150kg Sediment, blaugraue, molluskenreiche Schluffsande vom Strand, an Niedrigwasserlinie.

Datum: 13.05.1990 (P9) und 14.05.1990 (P10).

Kollektion: Beide Proben lieferten sehr zahlreiche (jeweils mehrere 100) und gut erhaltene Otolithen. Sehr zahlreich vertreten sind Gadidae und Sciaenidae. Hinzu kommen Zähne von Selachiern (*Raja*, *Mustelus* etc.)

**Aufschluß 9**

Lage: Maryland, Calvert County, Chesapeake Ranch Estate bei Little Cove Point, Aufschlußserie bei Driftwood Beach und Seahorse Beach.

Stratigraphie: Mittelmiozän, St. Marys Formation, Little Cove Point Member, Unit 22.

Literatur: GERNANT, R.E.; GIBSON, T.G. & F.C. WHITMORE, 1977 (1971); MCCARTAN, L.; BLACKWELDER, B.W. & E.M. LEMON., 1985.

Proben:

P12 (Driftwood Beach), ca. 100kg Sediment, Hauptschillbank (*Mercenaria-Dosinopsis*-Gastropoden-Schill).

P13 (Driftwood Beach), ca. 50kg Sediment, blaugraue, tonige Schluffe unter der Hauptschillbank.

P14 (Driftwood Beach), ca. 175kg Sediment, 15-25cm mächtige Schillbank (*Turritella*-Schill), ca. 1,5m unter Hauptschillbank.

P71 (Driftwood Beach), abgelesene Otolithen von Aufschlußwand + neuer Rutschmasse (Bereich *Turritella*-Schill bis Hauptschillbank). Material HOOPER von gleicher Stelle.

P70 (Seahorse Beach), abgelesene Otolithen aus frischer Rutschmasse (Bereich *Turritella*-Schill bis Hauptschillbank).

Datum: 18.05.1990 (P12), 19.05.1990 (P13), 24.-25.05.1990 (P14), 08.-10.08.1990 (P71), 10-12.08.1990 (P70).

Kollektion: Insgesamt erbrachten die fünf Proben mit weit über 1000 Otolithen, eine der reichsten Kollektionen. Otolithen vor allem Gadidae und Sciaenidae, dazu Clupeidae, Ophidiidae, Triglidae und Pleuronectiformes. Ebenfalls reiche Assoziation kleinwüchsiger Selachier (vor allem *Raja*, *Dasyatis*, *Mustelus* und kleine Carcharhinidae).

**Aufschluß 10**

Lage: Maryland, Prince Georges County, Bacheinschnitt ca. 1,75 Meilen S von Aquasco, E der Route 381.

Stratigraphie: Mittelmiozän, Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Zone 10 (Hauptmolluskenbank der Calvert Formation).

Literatur: GLASER, J. D. [1979 (1986)].

Proben: P15, ca. 125kg Sediment.

Datum: 22.05.-23.05.1990.

Kollektion: Sehr reiche Fauna mit zahlreichen Gadidae und Sciaenidae, dazu kommen Myctophidae, Ophidiidae, Triglidae etc., ebenfalls diverse Selachier-Assoziation.

**Aufschluß 11**

Lage: Maryland, Calvert County, Chesapeake Bay, Calvert Cliffs bei Camp Conoy, Property Morain.

Stratigraphie: Miozän, Choptank Formation, Bed 19 (Boston Cliffs Member).

Literatur: GERNANT, R.E.; GIBSON, T.G. & F.C. WHITMORE, 1977 (1971).

Proben: P72, ca. 60 kg Sediment aus Profil ca. 1,5-1,8m über Hochwasserlinie (*Anadara*-Schill).

Datum: 18.08.1990.

Kollektion: Interessante Fauna, vor allem Sciaenidae.

### 3.2.2. Potomac/Rappahannock River Sektion (Virginia)

Wie schon weiter oben bemerkt, ist am Unterlauf des Potomac, auf der Südseite (Virginia), eine ähnliche Situation anzutreffen wie entlang der Calvert Cliffs. Allerdings durchschneidet der Potomac hier das gesamte Tertiär, so daß von West nach Ost sämtliche vorhandenen Formationen (auch die paläogenen) mehr oder weniger gut aufgeschlossen sind. Die Aufschlüsse in der Aquia und Nanjemoy Formation sind jedoch oberflächlich häufig stark entkalkt und die Mollusken überwiegend angelöst oder nur noch primär kalzitische erhalten. Otolithen, wenn überhaupt noch vorhanden, sind stark korrodiert. Teilweise kommen jedoch reichlich Selachierzähne vor. Insgesamt sind die Verhältnisse am Pamunkey wesentlich günstiger. Ich bin sicher, daß auch am Potomac gute Otolithen zu erwarten sind, doch bedarf es hier zeitaufwendiger Prospektion. Einige wichtige Lokalitäten, die in der Literatur immer wieder genannt werden, sind aus Abb. zu entnehmen. Von dort stammt viel Selachiermaterial, auch in der eigenen Kollektion.

Das Neogen am Potomac reicht von der Calvert Formation bis zur Eastover Formation. Allerdings sind auch diese Formationen partiell oder völlig entkalkt. In der Regel sind nur primär kalzitische Mollusken in guter Erhaltung zu finden.

Ähnlich sind auch die Verhältnisse am Rappahannock River. Allerdings sind hier die Choptank und Calvert Formation fast durchweg entkalkt, und die St. Marys Fm., ebenfalls entkalkt, ist nur noch in Erosionsrelikten vorhanden. Dieser Bereich liegt am äußersten Südrand der Verbreitung beider Formationen im Salisbury Embayment (siehe Abb. 6, unter Calvert Cliffs Sektion). Über große Strecken liegt die obermiozäne Eastover Formation direkt auf der Choptank Formation. Die Eastover Formation wird nach WARD & BLACKWELDER (1980) in zwei Member aufgeteilt: Claremont Manor Member und Cobham Bay Member (Abb. 4). Im Obermiozän verlagerte sich die Beckenachse im Salisbury Embayment weiter nach Süden und damit der Schwerpunkt der Sedimentation. So erreicht die Eastover Formation ihre maximale Mächtigkeit in der Umgebung des James River in Virginia. Gleichzeitig überlagert sie von Nord nach Süd fortschreitend ältere Serien. Während es am Potomac und Rappahannock River noch Choptank oder Calvert Formation sind, liegt sie am Pamunkey und Chickahominy River auf Calvert oder Old Church Formation. Noch weiter im Süden, im Grenzbereich Virginia-North Carolina (Norfolk Arc), transgrediert sie auf Oberkeide-Sedimente.

Die Eastover Formation, insbesondere das Cobham Bay Member, zeigt eine stärkere Faziesdifferenzierung. Während das Claremont Manor Member vor allem aus tonigen Schluffen, seltener Sanden, besteht, wechseln die Verhältnisse im Cobham Bay Member stärker. Lokale Sandbarren riegelten Teile des Beckens ab, in denen sich eine Stillwasserfazies etablierte, mit tonig-schluffiger Sedimen-

tation, außerordentlich armer, niedrig diverser Fauna (*Spisula*-Fazies, *Spisula rappahannockensis* GARDNER). Im hochenergetischen Milieu der Sandbarren siedelten vor allem *Isognomon* sp. und große Pectiniden (*Isognomon-Chesapecten*-Fazies). An vielen Aufschlüssen sind primär aragonitische Mollusken mehr oder weniger korrodiert, ebenso Otolithen.

Am Unterlauf des Rappahannock River schließlich ist der tiefere Teil der pliozänen Yorktown Formation vorhanden. Die Yorktown Formation wird in 4 Members unterteilt: Sie beginnt mit dem Sunken Meadow Member, es folgen Rushmere Member, Mogarts Beach Member und Moorehouse Member. Während der Rushmere Zeit erreichte die Transgression ihre maximale Ausdehnung und reichte vielerorts weiter in das Landesinnere als bei älteren neogenen Transgressionen. Während in Virginia noch überwiegend flachmarine Verhältnisse herrschten, sind in North Carolina Sedimente des tieferen Sublitorals abgelagert worden. Mogarts Beach und Moorehouse Member repräsentieren regressive Abschnitte und sind nur noch im Beckentiefsten, am Unterlauf von York und James River, erhalten. Ausführlich sind Eastover und Yorktown Formation in WARD & BLACKWELDER (1980) beschrieben, auch die bearbeiteten Aufschlüsse.

#### Bearbeitete Aufschlüsse der Potomac/Rappahannock River Sektion

##### Aufschluß 12

Lage: Virginia, King George County, Potomac River, Bull Bluff.

Stratigraphie: Eozän, Aquia Formation, Paspotansa Member, dunkelgraugrüne Schluffe mit *Turritella*-Lagen an Basis des Kliffs (Hochwasserlinie)

Literatur: WARD, 1985 (loc. 11).

Proben: P17, ca. 50kg Sediment.

Datum: 04.06.1990.

Kollektion: Wenige Otolithen, stark korrodiert. Reiche Selachier-Assoziation.

##### Aufschluß 13

Lage: Virginia, Westmoreland County, Potomac River, Nomini Cliffs E Stratford Hall.

Stratigraphie: Mittelmiozän, Choptank Formation, Schillbank mit vielen *Ecphora* und Fischresten.

Literatur: WARD & BLACKWELDER, 1980 (loc. 85); GIBSON (1983a, 1983b).

Proben: P24, Oberflächenprobe (Material von Oberfläche entnommen).

Datum: 12.06.1990.

Kollektion: Keine Otolithen, zahlreiche Selachierzähne.

##### Aufschluß 14

Lage: Virginia, Caroline County, Rappahannock River unterhalb der Mündung des Snow Creek.

Stratigraphie: Eozän, Aquia Formation, Paspotansa Member, dunkelgraugrüne, glaukonitische Schluffe mit großen Austern.

Literatur: WARD, 1985 (loc. 4).

Proben: P18, ca. 60kg Sediment.

Datum: 04.06.1990.

Kollektion: Wenige, stark korrodierte Otolithen.

##### Aufschluß 15

Lage: Virginia, Caroline County, Rappahannock River unterhalb der Mündung des Ware Creek, an Straßenbiegung Route 615.

Stratigraphie: Eozän, Nanjemoy Formation, Potapaco Member, Horizont B, dunkelgraugrüne, glaukonitische Schluffsande mit *Venericardia*-Lagen.

Literatur: WARD, 1985 (loc. 35).

Proben: P21, ca. 30kg Sediment.

Datum: 08.06.1990.

Kollektion: Wenige Otolithen, stark korrodiert.

#### Aufschluß 16

Lage: Virginia, Essex County, Rappahannock River S Bowers Wharf, Property Taliaferro.

Stratigraphie: Obermiozän, Eastover Formation, Cobham Bay Member, *Spisula*-Fazies.

Literatur: WARD & BLACKWELDER, 1980 (loc. 2).

Proben: P16, ca. 50kg Sediment.

Datum: 02.06.1990.

Kollektion: Außerordentlich arme Fauna.

#### Aufschluß 17

Lage: Virginia, Middlesex County, Rappahannock River bei Burhans Wharf (Property Wood, Richmond).

Stratigraphie: Obermiozän, Eastover Formation, Cobham Bay Member, *Isognomon*-Fazies.

Literatur: WARD & BLACKWELDER, 1980 (loc. 38).

Proben: P22, ca. 120kg Sediment, Normalprobe; P23, ca. 5kg Sediment aus doppelklappigen *Isognomon*.

Datum: 09.06.1990.

Kollektion: Kleine, aber interessante Assoziation (*Sciaenidae* und *Serranidae*).

#### Aufschluß 18

Lage: Virginia, Middlesex County, Piankatank River, Farm Martiau.

Stratigraphie: Pliozän, Yorktown Formation, Rushmere und Sunken Meadow Member.

Literatur: WARD & BLACKWELDER, 1980 (loc. 82).

Proben: P19, ca. 30kg Sediment, Feinschill aus Rushmere Member; P20, ca. 60kg Sediment, glaukonitischer Sand aus Mollusken-Korallen-Bank, Sunken Meadow Member.

Datum: 06.06.1990 (P19); 06.06. und 12.06.1990 (P20).

Kollektion: In P19 sehr wenige Otolithen, in P20 interessante Assoziation (*Gadidae*, *Ophidiidae*, *Sciaenidae*).

### 3.2.3. Pamunkey River-Sektion

Entlang des Pamunkey River in Virginia finden sich die fossilreichsten und vollständigsten Profile im Paläogen des Salisbury Embayments. Der Pamunkey durchschneidet die flach nach Osten einfallenden Formationen in NW-SE-Richtung und bietet an seinen Ufern im Bereich von Caroline, King William und Hannover County hervorragende Aufschlüsse des Paläogens (bearbeitete Aufschlüsse in Abb. 5). Als besonders höffig erwies sich die mitteleozäne Piney Point Formation, und auch aus dem oberen Teil der Nanjemoy Formation konnten einige Otolithen gewonnen werden. Aus zeitlichen Gründen war es nicht möglich, das gesamte Paläogen zu bearbeiten, allein dafür wären einige Monate erforderlich gewesen. Vielmehr kam es darauf an, hier eine eozäne Fauna als Basis der bearbeiteten Sequenz zu gewinnen.

Das Paläogen am Pamunkey ist von WARD (1985) ausführlich untersucht worden, mit Beschreibung wichtiger Aufschlüsse. Diese Arbeit diente als Basis für die eigene Probennahme. Das Profil aus WARD (1985: Fig. 3) wurde hier übernommen (Abb. 9) und erklärt sich eigentlich selbst. Die eigenen Proben sind in das Profil eingefügt.

Von der Nanjemoy Formation wurden nur die hangenden Bereiche des Woodstock Member beprobt. Es handelt sich um molluskenreiche, schwarzgrüne, stark glaukonitische Feinsande. Allerdings sind die Mollusken häufig mehr oder weniger stark korrodiert, ebenso die Otolithen. Die Piney Point Formation überlagert die Nanjemoy Formation transgressiv, der Hiatus dazwischen entfällt zeitlich vor allem auf den tieferen Teil des Mitteleozäns.

Die Basis der Piney Point Fm. bildet ein geringmächtiger Transgressionshorizont mit hohem Grobsandanteil und umgelagerten Fossilien aus dem Woodstock Member (vor allem Selachierzähne). Außerdem ist die Oberfläche der Woodstock-Sedimente stark durchwühlt. Die Grabgänge sind teilweise über 1m tief und mit Sediment der basalen Piney Point Formation gefüllt. Der untere Teil (Bed A) der insgesamt ca. 15-20 ft. mächtigen Piney Point Fm. besteht aus hell graugrünen, mollusken- und glaukonitreichen Sanden. Vom Transgressionshorizont nimmt die Korngröße nach oben schnell ab und ein gewisser Schluffanteil stellt sich ein. Eine Lage mehr oder weniger fester, konkretionärer Kalke läßt sich fast überall verfolgen, ihr Abstand zur Basis der Formation indessen differiert etwas. Der Horizont B besteht aus grauen, durch den hohen Glaukonitgehalt grün gesprenkelten, kalkigen Sanden, ebenfalls fossilreich. Horizont C schließlich setzt sich aus lockeren, graugrünen, stark glaukonitischen Sanden zusammen, reich an *Cubitostrea sellaeformis*. Alle Horizonte lieferten reiche und gut erhaltene Otolithen-Assoziationen.

Als nächste Formation folgt im Hangenden die oberoligozäne Old Church Formation. Zwischen ihr und der Piney Point Fm. klafft ein Hiatus, der das höhere Eozän und den größten Teil des Oligozäns überstreicht. Am Pamunkey River ist die Old Church Fm. nur an wenigen Stellen anzutreffen und meist entkalkt. Ein gutes Profil wurde jedoch in der Kiesgrube Bottoms Bridge vorgefunden. Die Mächtigkeit der Old Church Fm. übersteigt kaum 5-6 ft. Das Sediment besteht aus grauen, etwas glaukonitischen und phosphatischen Feinsanden, teilweise kalkig verkittet. Primär kalzitische Mollusken sind gut erhalten und häufig, aragonitisches Material mehr oder weniger korrodiert (vor allem im Hangenden). Dennoch wurden in dem reichen Otolithenmaterial genügend gut erhaltenen Exemplare gefunden. Eine reiche und hochinteressante Selachierfauna kommt hinzu. Der hangende, entkalkte Bereich macht den Eindruck einer durch Verwitterung entstandenen Residualbildung und enthält besonders zahlreiche Selachierzähne.

Über der Old Church Fm. folgt die neogene Calvert Fm. An ihrer Basis (Transgressionshorizont) führt sie zahlreiche Selachierzähne, z.T. umgelagert aus diversen paläogenen Niveaus (häufig mitteleozäne und oligozäne Taxa). Otolithen sind in der entkalkten Calvert Fm. nicht zu finden. Insgesamt ist die Calvert Fm. mit etwa 10 ft. durchschnittlicher Mächtigkeit am Pamunkey schon sehr redu-

ziert. Weiter im SE, am Chickahominy River, fehlt sie ganz. Im Aufschluß Bottoms Bridge liegt die obermiozäne Eastover Fm. direkt auf der Old Church Fm. und beginnt mit einem basalen Lag voller Selachierzähne, die meisten davon umgelagert. Die Mischung enthält Taxa aus Mitteleozän (selten), Oligozän (häufig) und tieferem Miozän (häufig). Die Aufschlüsse in Eastover und Yorktown Fm. sind schlecht, und deren Bearbeitung erfolgte am James River mit den Typus-Lokalitäten.

### Bearbeitete Aufschlüsse der Pamunkey River-Sektion

#### Aufschluß 19

Lage: Virginia, Caroline County, Pamunkey River, Farm Townsend, "Devils Hole" (kleiner Wasserriß am linken Ufer des Pamunkey, ca. 2,6km oberhalb der Brücke Route 360).

Stratigraphie: Eozän, Basis der Piney Point Formation auf Nanjemoy Formation (Woodstock Member). Oberfläche der Nanjemoy Formation stark durchwühlt, Grabgänge mit Material aus Piney Point Fm. gefüllt. Keine saubere Probennahme in Nanjemoy Fm. (Woodstock Member) möglich, Mischfaunen zu befürchten. Sehr gute Otolithen in Piney Point Fm. Im Hangenden des Aufschlusses noch basale Calvert Fm. (Untermiozän), ausgewaschene Selachierzähne daraus im Bachbett.

Literatur: WARD, 1985.

Proben: P25, ca. 150kg Sediment, Material aus Piney Point Formation.

Datum: 14.-15.06.1990.

Kollektion: Sehr reiche und hochdiverse Fauna aus Piney Point Formation, viele 100 Otolithen und zahlreiche Selachierzähne.

#### Aufschluß 20

Lage: Virginia, Hanover County, Pamunkey River, Property Eanes am Ende der Route 732.

Stratigraphie: Aufgeschlossen am Ufer sind Nanjemoy Fm. (Woodstock Mbr.) und Piney Point Fm. (Eozän). Woodstock Member etwa 2,5m mächtig (von Niedrigwasserlinie): Dunkelbraungrüne, stark glaukonitische, molluskenführende, fest gelagerte und gut sortierte Feinsande, an Basis (etwas unter dem Niedrigwasserniveau) Kleinmuschelbank. Darüber *Venericardia*-Lagen bis zur Uferkante. Piney Point Fm.: Hell graugrüne, glaukonitische, molluskenreiche, schluffige und kalkige Feinsande, angewittert. Grenze Piney Point Fm.-Nanjemoy Fm. überrollt und nicht zu beobachten. Im Hangenden basale Calvert Formation, verstürzt, überwachsen. Grenze Calvert-Piney Point Fm. nicht aufgeschlossen.

Literatur: WARD, 1985 (loc. 64).

Proben: P26, ca. 20kg, Woodstock Member, Kleinmuschelbank etwas unter der Niedrigwasserlinie; P27, ca. 50kg, Woodstock Member, *Venericardia*-Lagen; P28, ca. 20kg, Piney Point Fm.

Datum: 16.06.1990.

Kollektion: Aus Woodstock-Member nur wenige Otolithen (meist stark korrodiert). Aus Piney Point Fm. zahlreiche Otolithen, hochdiverse Fauna.

#### Aufschluß 21

Lage: Virginia, Hanover County, Pamunkey River, Property Eanes am Ende der Route 732, Aufschluß etwa 30-40m oberhalb Punkt 19 (Hangrutsch mit frischem Anschnitt der Schichtenfolge).

Stratigraphie: Aufgeschlossen am Ufer sind Nanjemoy Fm. (Woodstock Mbr.) und Piney Point Fm. (Eozän). Woodstock Member etwa 2,5m mächtig (von Niedrigwasserlinie): Dunkelbraungrüne, stark glaukonitische, molluskenführende, fest gelagerte und gut sortierte Feinsande, an Basis (zwischen Hoch- und Niedrigwasserniveau) *Venericardia*-Lage. Piney Point Fm.: Helle grau-

grüne, glaukonitische, molluskenreiche, schluffige und kalkige Feinsande. 0,1-0,3m über Basis Lage konkretionärer Kalksandsteine. Oberfläche Woodstock Member stark durchwühlt (bis etwa 1,2m Tiefe), Grabgänge gefüllt mit Piney Point Material. Im Hangenden basale Calvert Formation, verstürzt, überwachsen. Grenze Calvert-Piney Point Fm. nicht aufgeschlossen.

Literatur: WARD, 1985 (loc. 64).

Proben: Position der Proben aus Skizze des Fundpunktes ersichtlich.

P29, ca. 25kg, Woodstock Member, Umgebung der *Venericardia*-Lage zwischen Hoch- und Niedrigwasserniveau.

P30, ca. 50kg, Woodstock Member, 0,6-1,2m über Hochwasserlinie.

P31, ca. 25kg, Basis Piney Point Fm. unter dem Kalksandstein-Horizont.

P32, ca. 15kg, Piney Point Fm., 0,6-0,9m über Basis.

P33, ca. 50kg, Piney Point Fm., 1,6-1,8m über Basis.

P34, ca. 60kg, Piney Point Fm., Sammelprobe Basis bis ca. 0,9m über Basis (entspricht dem Bereich der Proben P31 + P32).

Datum: 18.06.1990, P29-P33; 19.06.1990, P34.

Kollektion: Aus Woodstock Member nur wenige Otolithen, Fauna der Piney Point Fm. sehr reich und hochdivers.

#### Aufschluß 22

Lage: Virginia, Henrico County, Chickahominy River, Bottoms Bridge, FCR Sand & Gravel Co., Inc., Sand and Gravel Pit.

Stratigraphie: Aufgeschlossen in der neuen Grube waren Eozän (hangender Teil der Piney Point Fm.), Oligozän (Oberoligozän) und Obermiozän (Eastover Formation). Kurzbeschreibung:

G: Hangendes der Tertiärfolge: Pleistozäne Sande und Kiese einer Chickahominy-Terrasse (Niederterrasse).

F (0,0-0,5m): Basalhorizont (Transgressionshorizont) der Eastover-Formation: Schlecht sortierte Feinsande bis stark tonige Schluffe, z.T. plastische Tone, dunkelgrün bis braun, z.T. intensiv blau bis olivgrün (erdiger Vivianit!), mit schwarzen, phosphatischen Schlieren. Zahlreiche schwarze, mehr oder weniger abgerollte und polierte Phosphatgerölle. Selachierzähne sehr häufig, ebenso Wal-, Delphin- und Schildkrötenknochen, Zähne zum großen Teil umgelagert (neben typisch obermiozänen Selachiern auch eozäne, oligozäne und untermiozäne). Häufig auch Pflanzen-Material (z.B. Juglandaceen-Früchte). Basis des Horizontes uneben, erosiv.

E (0,1-0,2m): Feinsand, etwas schluffig-tonig, glaukonitisch, phosphatisch, fahl olivgrün. Zahlreiche Selachierzähne in sehr charakteristischer Erhaltung; Wurzeln in frischem Zustand hellbraun, Schmelz grau. Häufig Echinidenreste. Grenze zum unterlagernden Horizont unscharf. Dieser Bereich scheint ein entkalkter Verwitterungshorizont des unterliegenden Oligozäns zu sein.

D (0,2-0,3m): Feinsand, hellolivgrau, leicht glaukonitisch, phosphatisch (hellbraune Phosphate bis etwa Grobsand-Format), mit schlecht erhaltenen (stark korrodierten), primär kalzitischen Mollusken (*Ostrea*, *Anomia*). Einzelne, sehr schlecht erhaltene Otolithen, Selachierzähne nicht selten.

C (0,2-0,3m): Konkretionäre, unregelmäßige Kalksandsteinbank.

B: (um 0,5m, Basis nicht aufgeschlossen) Feinsand, etwas mittelsandig, hell olivgrau, etwas glaukonitisch, phosphatisch, hellbraune Phosphate bis etwa Grobsandformat. Zahlreiche Auster und Anomien, Aragonitschaler meist stark korrodiert. Zahlreiche Otolithen, ebenfalls meist stärker korrodiert. Einige Selachierzähne.

Die Horizonte B-E umfassen das Oberoligozän (= Old Church Fm. am Pamunkey River). Das Oberoligozän am Chickahominy River ist in der amerikanischen Literatur noch nicht benannt worden, dürfte aber mit der Old Church Fm. am Pamunkey identisch sein.

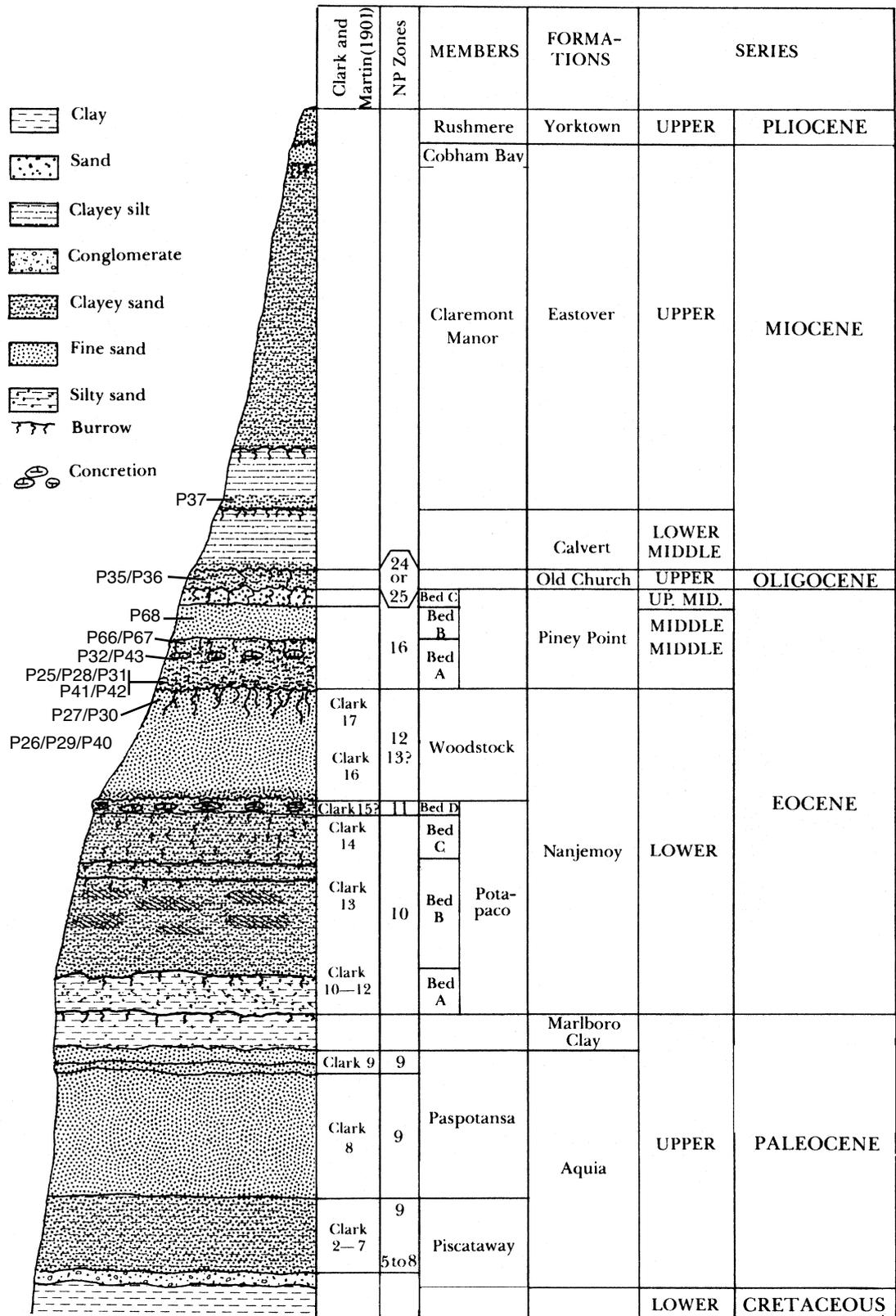


Abb. 9: Stratigraphisches Schema des Paläogens der Pamunkey River-Sektion mit Position eigener Proben (P-Nummern). Aus WARD (1985).

Fig. 9: Stratigraphical scheme of the Paleogene of the Pamunkey River section with position of own samples (P-numbers). From WARD (1985).

A: Piney Point Formation: nicht anstehend angetroffen, doch nach dem Ausheben einer tiefen Grube wurde das Material auf eine Kippe gehäuft. Schluffiger, dunkelbraungrüner, stark glaukonitischer Sand mit Mollusken (vor allem *Cubitostrea sellaeformis*) und zahlreichen Otolithen. Höchstes Niveau der Piney Point Fm. (Bed C, Bartonian).

Literatur: WARD, 1985 (loc. 88).

Proben: Position der Proben aus Skizze des Fundpunktes ersichtlich.

P35, ca. 130kg, Oberoligozän, Horizont B.

P36, ca. 25kg, Oberoligozän, Verwitterungshorizont (Horizont E).

P37, ca. 25kg + Grabung nach größeren Zähnen. Basis Eastover Fm. (F).

P38, ca. 125kg, Piney Point Fm.

P39, oberflächlich abgesammeltes Material (Selachierzähne).

Mikroproben: P35M, P37M, P38M.

Datum: 21.06.-22.06., 24.-25.06., 30.-31.07., 1.-2.08.1990.

Kollektion: Im Material der Eastover Fm. keine Otolithen, aber reiche Selachier-Assoziation, teilweise umgelagert aus Eozän (Piney Point Fm.), Oligozän (Old Church Fm.) und tieferem Miozän (Calvert Fm.). Material der Old Church Formation: zahlr. Otolithen (Sciaenidae) und hochdiverse Selachier-Assoziation mit vielen für USA neuen Gruppen (*Squalus*, *Cetorhinus* etc.). Aus Piney Point Formation viele 100 Otolithen, reiche und hochdiverse Assoziation.

#### Aufschluß 23

Lage: Virginia, Hanover County, Pamunkey River, Property am Ende der Gravelroad ca. 350-400m stromauf Prop. Eanes.

Stratigraphie: Aufgeschlossen am Ufer sind Nanjemoy Fm. (Woodstock Mbr.) und Piney Point Fm (Eozän). Woodstock Member: Dunkelbraungrüne, stark glaukonitische, molluskenführende, fest gelagerte und gut sortierte Feinsande (bis zur Hochwasserlinie ca. 0,7m). Sediment auch bis etwa Hochwasserlinie durchwühlt, Grabgänge mit Piney Point Material gefüllt. Zahlreiche Mollusken. Piney Point Formation: Hell olivgraue, glaukonitreiche, schluffige und kalkige Feinsande. 0,1-0,2m über Basis Lage konkretionärer Kalksandsteine. An Basis stärker grobsandig, mit einzelnen Geröllen und umgelagerten Selachierzähnen. Im Hangenden basale Calvert Formation, verstürzt, überwachsen. Grenze Calvert-Piney Point Fm. nicht aufgeschlossen.

Kurzbeschreibung:

A: Nanjemoy Formation (Woodstock Member):

Sande, fein, fest gelagert, braun- bis schwarzgrün, stark glaukonitisch, gut sortiert, bis zur Hochwasserlinie ca. 0,7m mächtig. Bis etwa zum gleichen Niveau auch durchwühlt.

B-F: Piney Point Formation

B: Sand, hell olivgrau, schlecht sortiert, einzelne Gerölle, insgesamt stärker grobsandig als die folgenden Horizonte. Umgelagerte Selachierzähne und Mollusken aus Woodstock Member.

C: Sand wie B, doch unregelmäßig mehr oder weniger fest zu konkretionärem Kalksandstein verkittet.

D: Sediment wie B, doch zum Hangenden hin Zunahme des Schluffanteils und deutliche Abnahme des Grob- bis Mittelsandes. Ohne scharfe Grenze Übergang in

E: Sand, fein, stark schluffig-tonig, stark glaukonitisch, graugrün, zahlreiche kleine Mollusken. Ohne scharfe Grenze Übergang in

F: Feinsand, graugrün, stark glaukonitisch, angewittert. Mollusken häufig, aber mehr oder weniger korrodiert.

G: Feinsand, gelbgrau bis ockerfarben, entkalkt, verwittert, könnte Basis der Calvert Fm. sein.

Literatur: WARD, 1985.

Proben: Position der Proben aus Skizze des Fundpunktes ersichtlich.

P40, ca. 25kg, Woodstock Member an Niedrigwasserlinie.

P41, ca. 30kg, Piney Point Fm., Basis bis zur konkretionären Kalk-Lage.

P42, ca. 65kg, Piney Point Fm., 0-0,5m über Kalkkonkretionen.

P43, ca. 15kg, Piney Point Fm., 2,0-2,5m über Basis (E).

Mikroproben: P40M, P41M, P43M.

Datum: 26.06.1990.

Kollektion: Aus Woodstock Member nur kleine Assoziation, Otolithen korrodiert. Aus Piney Point Fm. hochdiverse, reiche Assoziation, mehrere 100 Otolithen.

#### Aufschluß 24

Lage: Virginia, Hanover County, Pamunkey River, Horseshoe Farm.

Stratigraphie: Oligozän, Old Church Formation; Eozän, Piney Point Formation (siehe Skizze).

Literatur: WARD, 1985 (loc. 83).

Proben:

P66, ca. 60kg Sediment, Piney Point Formation, im Bereich zwischen Hoch- und Niedrigwasserniveau.

P67, ca. 30kg Sediment, 0,0-0,4m über oberem Kalkknollen-Horizont.

P68, ca. 60kg Sediment, 0,0-0,4m über der Basis Bed B (stark glaukonitische Sande).

Datum: 28.07.1990.

Kollektion: In allen Proben hochdiverse und reiche Assoziationen, mehrere 100 Otolithen. Old Church Fm. partiell entkalkt, keine Otolithen.

#### Aufschluß 25

Lage: Virginia, Hanover County, Pamunkey River, Bluffs am rechten Ufer ca. 7-800m unterhalb Eanes.

Stratigraphie: Eozän, Piney Point Formation (siehe Skizze).

Literatur: WARD, 1985.

Proben: P69, Otolithen von Aufschlußwand abgelesen.

Datum: 28.07.1990.

### 3.2.4. James River-Sektion

Entlang des Unterlaufes des James River befinden sich die wichtigsten Aufschlüsse in der Eastover Fm. und Yorktown Fm., ausführlich beschrieben von WARD & BLACKWELDER (1980). Ihre Gliederung ist aus Abb. 4 ersichtlich. Am besten zugänglich sind beide Formation am rechten Ufer des James River in Surry County. Dort wurden einige Profile bearbeitet. Die Otolithen-Suche erwies sich wegen der verbreiteten partiellen Entkalkung und Korrosion von aragonitischem Material einigermaßen schwierig und zeitraubend. Trotz zahlreicher Proben konnte nur eine vergleichsweise kleine Otolithen-Kollektion zusammengetragen werden, und innerhalb der neogenen Formationen ist die Eastover Formation im Moment noch am schlechtesten dokumentiert. Auch hier ist ein größeres Potential an Otolithen und Selachierzähnen zu erwarten, doch sind zeitaufwendigere Sucharbeiten erforderlich. Ähnliches gilt auch für die Yorktown Formation, die gegenwärtig nur durch die große Kollektion von Lee Creek Mine (North Carolina) gut repräsentiert ist. Die detaillierte Untersuchung von Eastover und Yorktown Formation am James River würde allein schon mehrere Monate Arbeit erfordern.

### Bearbeitete Aufschlüsse der James River-Sektion

#### Aufschluß 26

Lage: Virginia, Surry County, James River, Property Emmerson (bei Cobham Wharf).

Stratigraphie: Pliozän, Yorktown Formation, Rushmere Member und Sunken Meadow Member; Obermiozän, Eastover Formation, Cobham Bay und Claremont Manor Member.

Literatur: WARD & BLACKWELDER, 1980 (loc. 28).

Proben: P61, ca. 35kg Sediment, Claremont Manor Member, Basis des Aufschlusses an Hochwasserlinie. P62, ca. 35kg Sediment, Cobham Bay Member, 1,5-1,8m über Hochwasserniveau. P63, ca. 35kg, Sunken Meadow Member, 0,1-0,4m über Basis des Horizontes.

Datum: 23.07.1990.

Kollektion: Interessante Assoziation in P 62 und P 63 (vor allem Gadidae und Ophidiidae)

#### Aufschluß 27

Lage: Virginia, Surry County, James River, Mount Pleasant.

Stratigraphie: Pliozän, Yorktown Formation, Rushmere Member und Sunken Meadow Member; Obermiozän, Eastover Formation, Cobham Bay und Claremont Manor Member.

Literatur: WARD & BLACKWELDER, 1980 (loc. 1).

Proben: P64, ca. 120kg Sediment, Claremont Manor Member, ca. 1,5m über Hochwasserlinie. P65, ca. 25kg Sediment, Claremont Manor Member, ca. 3,5m über Hochwasserniveau.

Datum: 26.-27.07.1990.

Kollektion: Interessante Assoziation, Gadidae, Ophidiidae und Sciaenidae.

### 3.2.5. Tar River/Pamlico Sound-Sektion

Im extrem flachen Land der Nordostecke von North Carolina, in der Umgebung des Tar River und Pamlico Sound, sind die tertiären Sedimente generell durch mehr oder weniger mächtige Quartärseimente verhüllt. Kleine natürliche Aufschlüsse finden sich an den Ufern der Flüsse und Wasserläufe. Ein wichtiger und großer Aufschluß ist jedoch der Phosphat-Tagebau Lee Creek Mine bei Aurora am Pamlico Sound (Beaufort County).

Das Gebiet liegt an der Südflanke des Norfolk Arcs und besitzt ein reduziertes Tertiär (verminderte Mächtigkeiten und Schichtausfälle). Von den neogenen Formationen sind nur die Pungo River Formation (ein Äquivalent der Calvert Formation des Salisbury Embayments) und das Sunken Meadow und Rushmere Member der Yorktown Formation entwickelt. Die Pungo River Formation ist auf den östlichen Teil beschränkt und streicht oberflächlich nicht aus. Sie besteht aus stark phosphatischen und mehr oder weniger karbonatischen Sanden. Aragonitisches Material ist in der Regel nicht erhalten, doch ist die Lee Creek Mine berühmt für die reiche Selachierfauna der Pungo River Formation.

Auch das Sunken Meadow Member der Yorktown Formation ist auf den östlichen Teil der Region beschränkt und nur in Lee Creek Mine (Abb. 10) aufgeschlossen. Hier besteht es aus 1-2m Sand, reich an umgelagerten Phosphaten und Selachierzähnen aus der Pungo River Formation (Abb. 11: Unit 1). Dieser Phosphatkies (zusammen mit Mate-

rial aus der Pungo River Formation) wird in der gesamten Region als Material für Gravel Roads verwendet, und so lassen sich auf diesen Wegen überall große Mengen von (unhorizontierten!) Haizähnen sammeln. In der Rushmere Zeit überflutete das Meer große Teile der Küstenebene und Sedimente dieses Intervalls lassen sich noch weit im Landesinneren nachweisen. Im Osten (Lee Creek Mine) besteht das Rushmere Member aus schluffigen, molluskenreichen Feinsanden (Unit 2-4, Abb. 11) des tieferen Sublitorals, die eine reiche Otolithen-Assoziation lieferten. Weiter im Westen (Tar River) liegen molluskenreiche Sande des flacheren Sublitorals direkt auf Oberkreide. An der Basis ist ein grobsandiger Transgressionshorizont ausgebildet, der häufig umgelagerte Selachierzähne aus der Oberkreide enthält, sowie Phosphatgerölle und Haizähne aus der Pungo River Formation, die hier völlig erodiert worden ist. Die Verhältnisse sind um Greenville gut zu beobachten. Proben vom Ufer des Greenmill Run in Greenville erbrachten auch Otolithen, allerdings bei weitem nicht so zahlreich und divers wie von Lee Creek Mine.

### Bearbeitete Aufschlüsse der Tar River/Pamlico Sound-Sektion

#### Aufschluß 28

Lage: North Carolina, Beaufort County, Aurora, Lee Creek Mine (Texasgulf Inc.) am Pamlico Sound.

Stratigraphie: Mittelmiozän, Pungo River Formation, Pliozän, Yorktown Formation, Rushmere Member.

Literatur: zahlreiche Arbeiten, u.a. WARD & BLACKWELDER, 1980 (loc. 49).

Proben: P57, ca. 175kg Sediment, Rushmere Member; P58, abgelesene Zähne, meist aus Pungo River Formation, z.T. umgelagert in basale Yorktown Formation.

Datum: 19.07.1990.

Kollektion: Aus P 57 außerordentlich reiche Assoziation (über 1000 Otolithen), Myctophidae, Congridae, Gadidae, Ophidiiformes, Sciaenidae, Branchiostegidae, Ammodytidae, Pleuronectiformes etc. Sehr interessante Selachier-Assoziation (Raja, Mustelus etc.). Aus Pungo River Fm. zahlreiche Selachier-Zähne, keine Otolithen.

#### Aufschluß 29

Lage: North Carolina, Pitt County, Greenville am Tar River, Greenmill Run.

Stratigraphie: Pliozän, Yorktown Formation, Rushmere Member über Oberkreide-Schluffen/Sanden. An Basis der Yorktown Formation häufig umgelagerte Selachierzähne aus der Oberkreide (*Squalicorax pristodontus* - Obercampanium - Maastrichtium).

Proben: P59, ca. 20kg Sediment, Rushmere Member, aus unverwittertem, molluskenreichem Schluffsand; P60, ca. 20kg Sediment, aus einer etwas angewitterten Lage mit zahlreichen Turritellen.

Datum: 21.07.1990.

Kollektion: Kleine, aber interessante Assoziation (Gadidae, Sciaenidae).

### 3.2.6. White Oak River-Sektion

Im südlichen Teil des Albemarle Embayments reichten Transgressionen des Eozäns, Oligozäns und tiefsten Miozäns (Aquitaniun) etwas auf das heutige Festland. Im Pliozän stieß eine Transgression weiter in das Landesinnere vor. Die von diesen Transgressionen hinterlassene Schichtenfolge wird

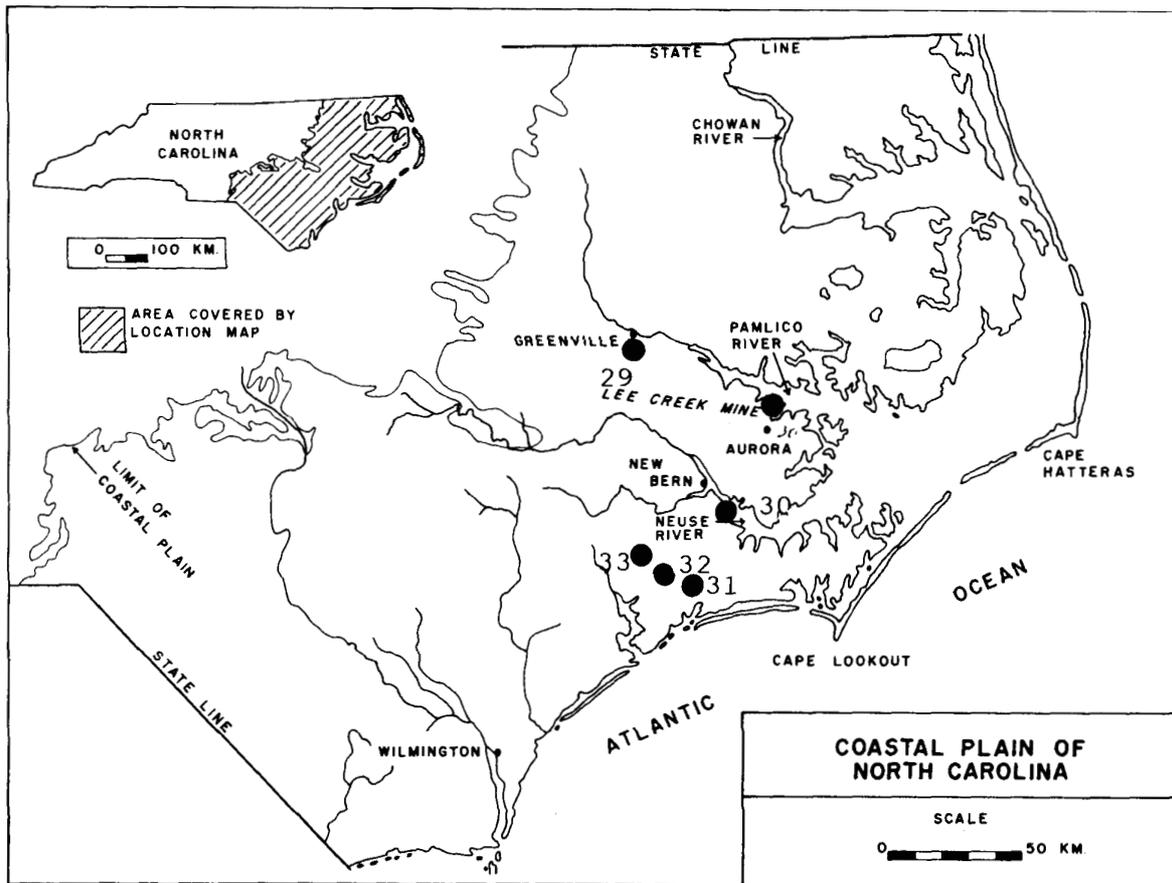


Abb. 10: Karte von North Carolina mit bearbeiteten Fundpunkten (Karte aus WARD, 1985). 28: Lee Creek Mine, 29: Greenville, Croatan Recr. Area, 31: Silverdale, 32: Haywood Landing, 33: Belgrade. Karte aus SNYDER, MAUGER & AKERS, 1983.

Fig. 10: Map of North Carolina with sampled localities (map from WARD, 1985). 28: Lee Creek Mine, 29: Greenville, 30: Croatan Recr. Area, 31: Silverdale, 32: Haywood Landing, 33: Belgrade. Map from SNYDER, MAUGER & AKERS, 1983.

in vier Formationen untergliedert: die mitteleozäne Castle Hayne Formation, die oligozäne River Bend Formation, die untermiozäne Belgrade Formation und die unterpliozäne Duplin Formation, welche mit dem Rushmere Member der Yorktown Fm. korreliert wird. In das Oberpliozän gestellt wird die Croatan Formation mit Aufschlüssen am Unterlauf des Neuse Rivers am Croatan Forest (E von New Bern).

Die Castle Hayne Formation besteht weitgehend aus Karbonaten, in denen aragonitisches Material nicht erhalten ist. Gleiches gilt für die River Bend Formation, die jedoch teilweise reiche Selachierfaunen führt. Für die Otolithen-Prospektion sind dies jedoch recht ungünstige Voraussetzungen. Im Gegensatz dazu bietet die Belgrade Formation (Haywood Landing Member) hervorragende Gelegenheit dazu. Die mehr oder weniger phosphatischen und karbonatischen Sande des Haywood Landing Member (in der älteren Literatur häufig als "Silverdale Beds" bezeichnet) führen eine reiche und gut erhaltene Molluskenfauna. Hinzu kommt eine hochdiverse Selachierfauna sowie zahlreiche Otolithen. Im

Haywood Landing Member der Belgrade Formation konnte eine der reichsten und interessantesten Otolithen-Assoziationen überhaupt gewonnen werden. Typus-Lokalität ist Haywood Landing am White Oak River (Abb. 13), weitere gute Aufschlüsse sind der Martin Marietta & Co. Quarry in Belgrade (Abb. 14) und die Mergelgrube Silverdale (Abb. 12). Die Profile sind von WARD, LAWRENCE & BLACKWELDER (1978) ausführlich beschrieben worden. Die Duplin Formation mit ihren geringmächtigen Schillsanden ist an vielen Stellen (z.B. Belgrade oder Silverdale) im Hangenden der Belgrade Formation anzutreffen. Auch hier konnte eine Fauna gewonnen werden.

Die Einstufung der verschiedenen Sedimente eozänen bis tiefmiozänen Alters bereitete lange Zeit Schwierigkeiten. Die Probleme müssen hier kurz erläutert werden, weil damit auch viel Konfusion in die Selachier-Literatur transportiert wurde (z.B. CASE, 1980). Früher wurde der Begriff "Trent Marl" häufig benutzt, in den je nach Autor Horizonte aus der Castle Hayne bis zur Belgrade Formation eingeschlossen wurden (siehe WARD, LAWRENCE & BLACK-

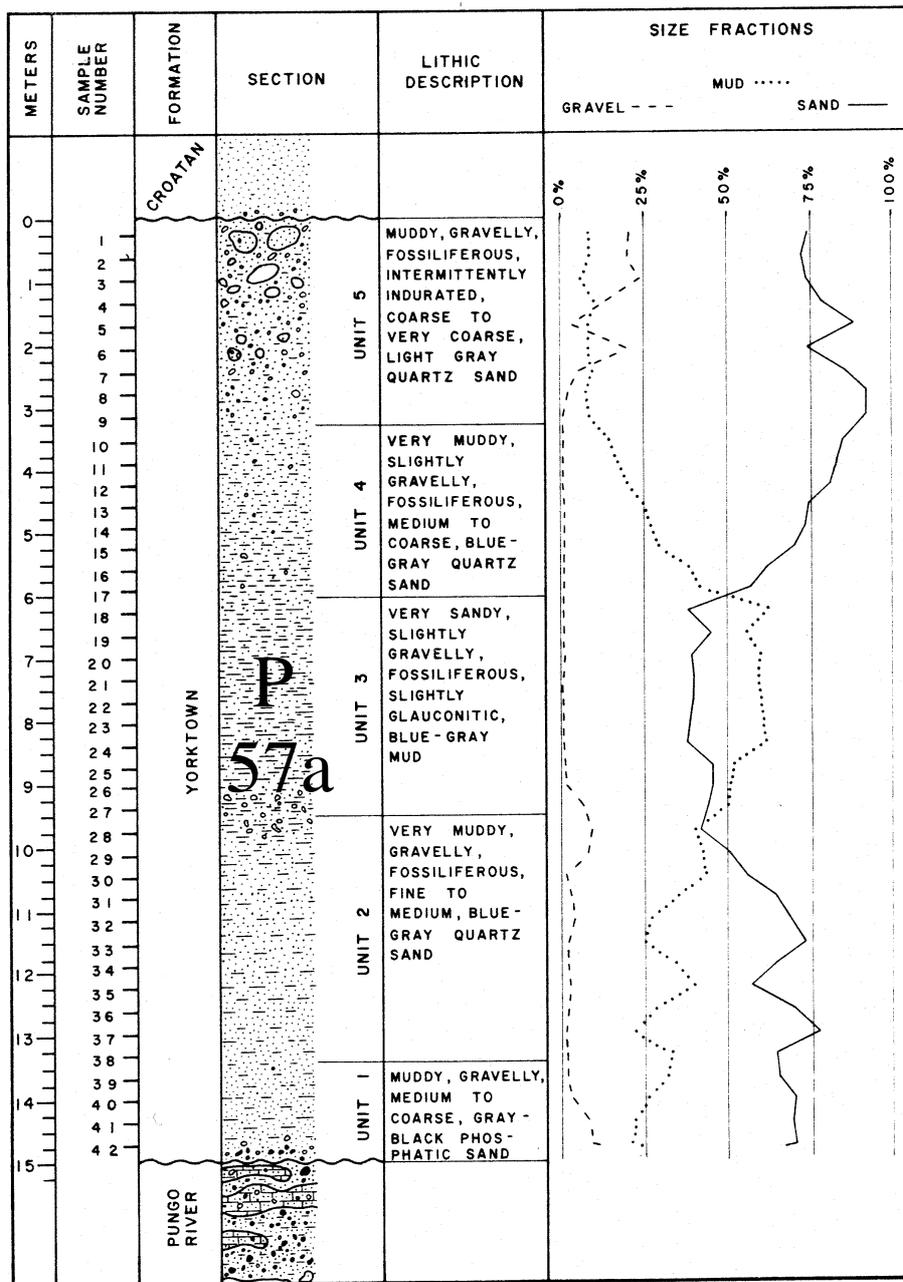


Abb. 11: Profil der Yorktown Formation in der Phosphatgrube Lee Creek Mine (aus SNYDER, MAUGER & AKERS, 1983).

Fig. 11: Profile of the Yorktown Formation of the phosphate mine Lee Creek Mine (from SNYDER, MAUGER & AKERS, 1983).

WELDER, 1978), also Mitteleozän bis Untermiozän! Während der Transgressionen wurden Selachierzähne aufgearbeitet und umgelagert, so daß sich eozäne Elemente bis in das Oligozän verfolgen lassen, was für zusätzliche Konfusion sorgte. In seiner Arbeit über Selachier der "Trend Formation" beschrieb CASE (1980) eine Mixtur aus eozänen bis altmiozänen Taxa von einigen Fundpunkten um Belgrade und vom Trend River. In Abbildung 2 seiner Arbeit zeigt CASE eine Aufschlußwand Stein-

bruches von Belgrade (Martin Marietta), wo er den oberen Teil der River Bend Formation als Duplin Formation (!) interpretiert. Durch eigene Probenahme und Beobachtungen an dieser Stelle konnte die Einstufung korrigiert werden. Über dem von CASE als Duplin Fm. interpretierten hangenden Teil folgt noch Belgrade Fm. (Haywood Landing Member). An der Basis von Haywood Landing Member finden sich umgelagerte Zähne aus dem Oligozän. Über dem Haywood Landing Member erst liegt der

geringmächtige Schillhorizont der Duplin Fm., der an der Basis ebenfalls wieder umgelagerte Hai-zähne führt, sowohl oligozäne als auch untermio-zäne, denn an anderen Stellen im Bruch ist das Haywood Landing Member völlig erodiert und Du-plin liegt direkt auf Belgrade Fm., wie auch aus der exakten Profildarstellung in WARD et al. (1978) er-sichtlich. CASE's Material vom Trend River stammt teilweise aus Aushub einer kleinen Marina. In die-sem Gebiet überlagert das Pollocksville Member der Belgrade Fm. erosiv die River Bend Fm. oder noch ältere Sedimente. Auch hier sind Umlagerungen und Faunenvermischungen die Regel. Die strati-graphische Einstufung der von CASE beschriebenen Taxa muß also völlig revidiert werden.

**Bearbeitete Aufschlüsse der White Oak River-Sektion**

**Aufschluß 30**

Lage: North Carolina, Craven County, Neuse River; Kliff an Croatan State Recr. Area Campground, ca. 1,75km oberhalb Cherry Point.

Stratigraphie: Oberes Pliozän, Croatan Formation.

Proben: P48, ca. 25kg, Material aus Basis des Auf-schlusses bis ca. 1m über Basis, graugrüne Schluffsande mit Mollusken.

Datum: 11.07.1990.

Kollektion: Außerordentlich arm, Sciaenidae, nicht lohnend.

**Aufschluß 31**

Lage: North Carolina, Onslow County, Silverdale am White Oak River, Marl Pit am südlichen Ortsrand.

Stratigraphie: Miozän, Aquitanium, Belgrade Formation, Haywood Landing Member ("Silverdale Beds") und Pliozän, Duplin Formation.

Literatur: WARD, LAWRENCE & BLACKWELDER, 1978 (loc. 22); WARD & BLACKWELDER, 1980: loc. 22.

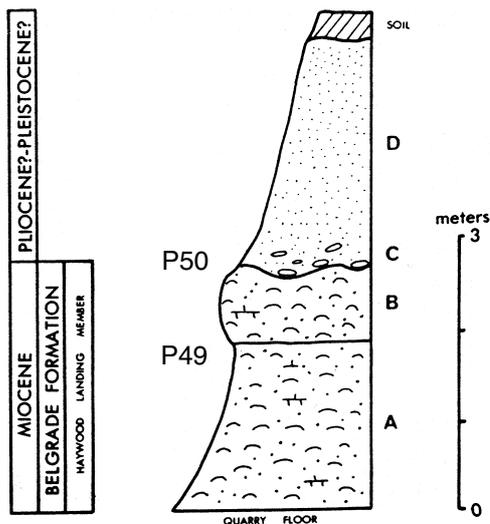


Abb. 12: Profile der Mergelgrube Silverdale (aus WARD & BLACKWELDER, 1980).

Fig. 12: Profile of the marl pit Silverdale (from WARD & BLACKWELDER, 1980).

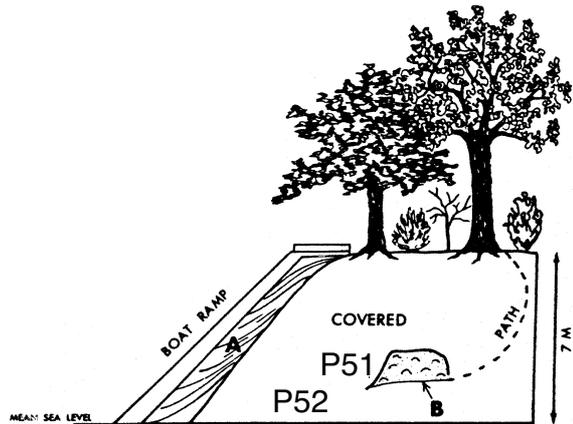


Abb. 13: Profil am White Oak River bei Haywood Landing mit Position eigener Proben (P-Nummern). Aus WARD & BLACKWELDER (1980).

Fig. 13: Profile of Haywood Landing (White Oak River) with position of own samples (P-numbers). From WARD & BLACKWELDER (1980).

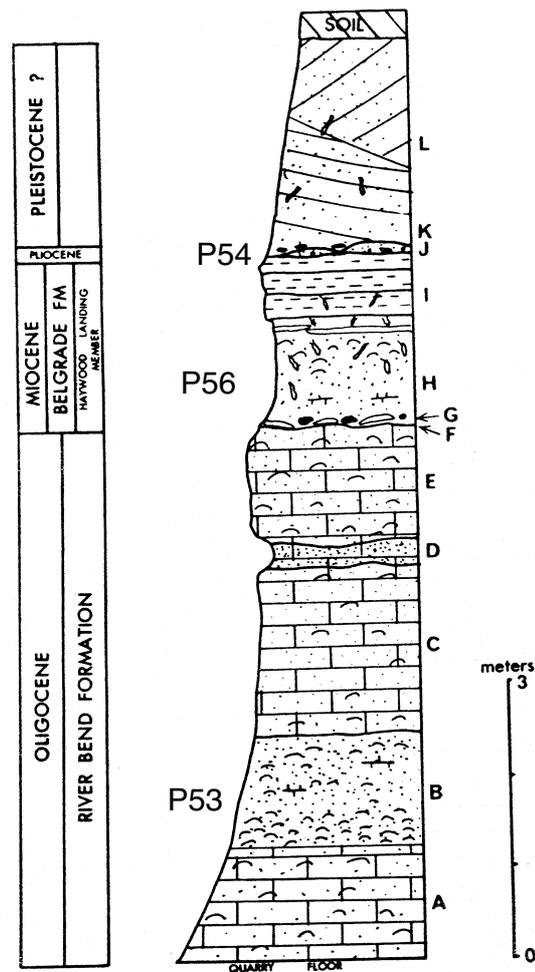


Abb. 14: Profil des Steinbruches der Martin Marietta Co., Belgrade mit Position eigener Proben (P-Nummern). Aus WARD & BLACKWELDER (1980).

Fig. 14: Profile of the Martin Marietta Co. quarry, Belgrade with position of own samples (P-Numbers). From WARD & BLACKWELDER (1980).

Proben: P49, oberflächlich abgelesenes Material von Mergelkuppe und Grube.;P50, oberflächlich abgelesenes Pliozän-Material.

Datum: 12. u. 14.07.1990.

Kollektion: Aus Silverdale Beds ca. 1000 Otolithen, hochdiverse und sehr interessante Scianidae-Assoziation, dazu sehr reiche Selachierfauna. Pliozän entkalkt, nur Selachierzähne, teilweise umgelagert.

**Aufschluß 32**

Lage: North Carolina, Jones County; White Oak River, Haywood Landing.

Stratigraphie: Miozän, Aquitanium, Belgrade Formation, Haywood Landing Member (locus typicus).

Literatur: WARD, LAWRENCE & BLACKWELDER, 1978 (loc. 21); WARD & BLACKWELDER, 1980: loc. 21.

Proben: P51, ca. 35kg, Material aus oberem Teil des Aufschlusses (kleine Grabung neben der Anlegerampe).

P52, ca. 50kg, Material aus Uferböschung an der Niedrigwasserlinie; Mikroprobe P52M.

Datum: 12., 14. und 15.07.1990.

Kollektion: In beiden Proben reiche und diverse Sciaenidae-Assoziation und Pomadasyidae, dazu reiche Selachierfauna (Rhinobatos, Rhynchobatos, Dasyatis etc.)

**Aufschluß 33**

Lage: North Carolina, Onslow County, Belgrade, Martin Marietta & Co. Quarry.

Stratigraphie: Oligozän, Belgrade Formation, Untermiozän, Haywood Landing Member, Pliozän, Duplin Formation.

Literatur: WARD, LAWRENCE & BLACKWELDER, 1978 (loc. 20); WARD & BLACKWELDER, 1980: loc. 20.

Proben: P53, abgelesenes Material aus sandiger *Anomia*-Lage der River Bend Formation.; P54, ca. 40kg, Material aus Pliozän, Duplin Formation.

P55, abgelesenes Material aus Kippe am Boden der alten Grube (wohl überwiegend Duplin-Mollusken).

P56, abgelesene Otolithen aus Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Datum: 16.07.1990.

Kollektion: Aus Duplin Fm. nur wenige Otolithen, gutes Material aus Haywood Landing Member, Assoziation identisch mit Haywood Landing und Silverdale.

**3.2.7. Edisto River-Sektion**

Das Charleston Embayment in South Carolina wird vor allem von der Cooper Group ausgefüllt, die (mit Lücken) vom Obereozän bis in das Oberoligozän, vielleicht auch tiefste Miozän, reicht. Am Edisto selbst ist der oligozäne Teil der Cooper Group (Ashley Formation) aufgeschlossen. Entsprechend dem leichten Einfallen der Schichten zur Küste folgen flußabwärts immer jüngere Schichten. Im Bereich von Givhans Ferry sind es schon höher oligozäne Partien und in der Umgebung von Charleston sind die hangenden Partien vielleicht schon untermiozänen Alters. (Weitere Einzelheiten finden sich bei WARD & BLACKWELDER (1980). Die phosphatischen Sande des Ashley Member führen reiche Fischfaunen, allerdings nur phosphatische Reste (Zähne und Knochen). Aragonitisches Material und damit Otolithen konnte nicht nachgewiesen werden.

Die Ashley Fm. wird am Edisto von einem geringmächtigen Miozän überlagert (Edisto Fm.), verbreitet sind auch pliozäne Sedimente (Raysor Formation). Beide sind karbonatisch und nicht Otolithen-höflich.

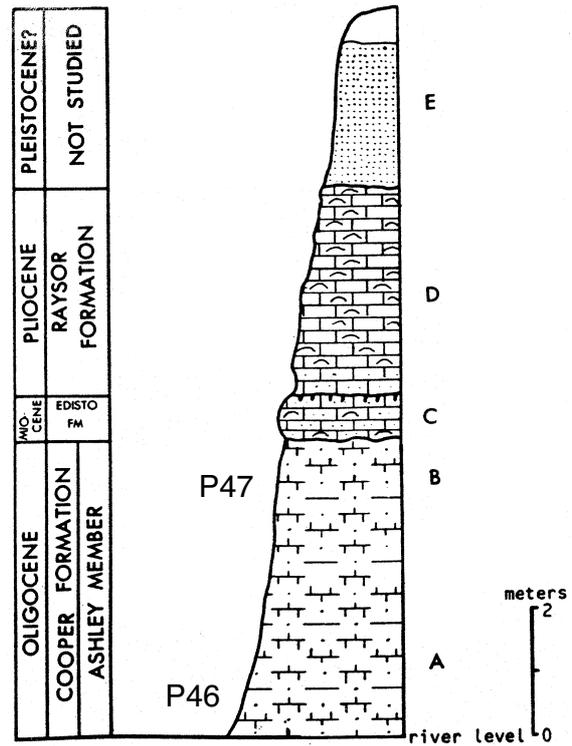


Abb. 15: Profil am Edisto River bei Givhans Ferry, mit Position eigener Proben (P-Nummern). Aus WARD & BLACKWELDER (1980).

Fig. 15: Profile Givhans Ferry at the Edisto River, with position of own samples (P-Numbers). From WARD & BLACKWELDER (1980).

**4. Systematisch-taxonomischer Teil**

**4.1. Vorbemerkungen**

Für den systematisch-taxonomischen Teil der Arbeit wurden relativ strenge Maßstäbe angelegt, um aus der Literatur bekannte Probleme nicht unnötigerweise zu wiederholen. Die Bestimmung erfolgt in der systematischen Hierarchie soweit abwärts, wie es das Material nach Erhaltung und Menge mit bestem Gewissen erlaubt. Dies ist leider zuweilen (auch von namhaften Autoren) mißachtet worden, dafür steht zum Beispiel die große Monographie von STINTON (1975-1984). Eine artliche Bestimmung juveniler oder korrodierter Otolithen ist oft nicht sicher möglich, im ersteren Falle kommt sie nur in Frage, wenn über komplette Wachstumsreihen die Morphogenese eines Taxons geklärt werden kann. Ebenso wird die Aufstellung von neuen Arten auf der Basis juveniler Otolithen strikt abgelehnt. Basis für eine Typisierung können nur gut erhaltene und subadulte bis adulte Otolithen sein. Liegen die Voraussetzungen nicht vor, wird offene Nomenklatur benutzt. Für eine artliche Bestim-

mung der Selachier ist häufig ein Mindestmaß von Zähnen unterschiedlicher Position in den Kiefern erforderlich. Morphologische Differenzierung auf der Basis von Sexualdimorphismus (sehr häufig bei Rochen) und altersabhängiger Variabilität lassen sich in der Regel nur an umfangreichem Material klären. Bei den neogenen Faunen kommt hinzu, daß Otolithen oder Zähne rezenter westatlantischer Arten häufig noch unzureichend bekannt sind. Die Benennung von Arten oder gar Aufstellung neuer Arten ist in diesem Fall unseriös, letztere könnten lediglich Synonyma rezenter Arten darstellen. Im vorliegenden Falle betrifft das vor allem das Heer neogener Rajidae und Dasyatidae unter den Selachiern und diverse Triglidae und Pleuronectiformes unter den Teleostern. Hier sind als Basis für die Bestimmung der fossilen Taxa weitere Arbeiten an rezentem Material erforderlich.

Die Aufstellung fossiler Gattungen (und höherer systematischer Kategorien) auf Otolithenbasis ist unter Paläoichthyologen umstritten. Während NOLF hierzu eine sehr restriktive Haltung einnimmt, befürworten andere (GAEMERS, SCHWARZHANS, pers. comm.) die Aufstellung fossiler Gattungen. Prinzipiell ist gegen das Verfahren nichts einzuwenden, denn Otolithen sind systematisch ähnlich aussagekräftig wie beispielsweise isolierte Selachierzähne. Allerdings setzt die Aufstellung fossiler Gattungen eine wenigstens annähernd totale Kenntnis der rezenten Formen der betreffenden Gruppen voraus, weil sonst die Gefahr besteht, lediglich Synonyma von noch unbearbeiteten rezenten Gattungen zu schaffen. Von dieser idealen Voraussetzung der totalen Kenntnis der Otolithen rezenter Fische sind wir jedoch noch weit entfernt und lediglich bei den Gadidae und Sciaenidae ist ein annähernd perfekter Zustand erreicht. Bei beiden Gruppen könnte man also guten Gewissens fossile Gattungen aufstellen. Es wird hier aber auch bei den Sciaenidae darauf verzichtet, da von SCHWARZHANS eine umfangreiche Revision der Gruppe durchgeführt wurde (im Druck) und die Gefahr paralleler Benennung besteht. So scheint es momentan seriöser zu sein, auf die Aufstellung fossiler Gattungen zu verzichten und im Zweifelsfalle offene Nomenklatur zu verwenden, wie im Otolithenhandbuch von NOLF (1985) vorgeschlagen. Mögliche Beziehungen lassen sich über "affinis" (aff.) ausdrücken und erleichtern die Orientierung in großen Familien. Restriktionen, die sich aus erhaltungsbedingten Umständen ergeben (Otolithen korrodiert oder nur von juvenilen Fischen), können mit "confer" (cf.) signalisiert werden. Die klare Trennung beider Optionen erleichtert die Interpretation beschriebener Taxa.

Die Terminologie bei der Beschreibung von Selachierzähnen und Otolithen richtet sich im wesentlichen nach den beiden neuesten Handbüchern auf diesem Gebiet (NOLF, 1985; CAPETTA, 1987). Einige abweichend davon benutzte Maße und Relationen sind in Abb. 16 erläutert. Die üblichen Termini für die Beschreibung von Selachierzähnen sind im deutschen Sprachgebrauch teilweise erschreckend

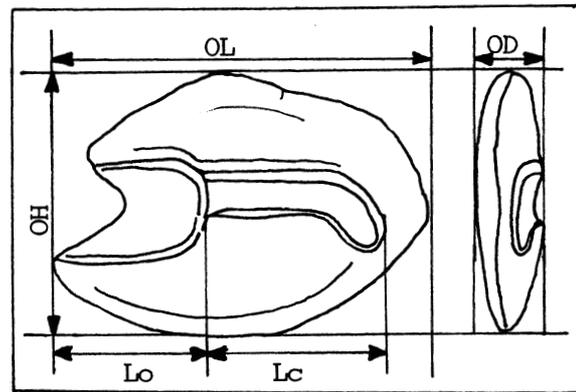


Abb. 16: Erläuterung einiger Otolithenmaße.

OL: Otolithenlänge, OH: Otolithenhöhe, OD: Otolithendicke, Lo: Länge des Ostiums, Lc: Länge der Cauda.

Fig. 16: Explanation of some otolith measurements.

OL: otolith length, OH: otolith height, OD: otolith thickness, Lo: length of the ostium, Lc: length of the cauda.

umständlich und führen zu ziemlich langen Wortzusammensetzungen und entsprechend langen Texten. Um diesen Auswüchsen zu entgehen, benutzen manche Autoren teilweise direkt die englischen Termini. Dabei ist eine recht einfache Terminologie möglich, sofern nur konsequent und immer im gleichen Sinne angewandt. Vorschläge dazu sollen an anderer Stelle vorgestellt werden. Die Systematik ist in dieser Arbeit ebenfalls an den beiden Handbüchern orientiert. Bei NOLF hat man damit keine Probleme, denn sie beruht weitgehend auf der von GREENWOOD et al. (1966) vorgestellten Klassifikation der Teleosteer, welche heute einen gewissen Standard darstellt, durch spätere Arbeiten noch etwas modifiziert. Das Handbuch von CAPETTA hingegen hat einige deutliche Schwächen. Vor allem die Fassung der Lamniformes kann nicht befriedigen und nur als Provisorium gelten.

Das gesamte bearbeitete Fossilmaterial ist unter den angegebenen Sammlungsnummern in der Geologisch-Paläontologischen Sammlung der Universität Leipzig hinterlegt (Abkürzung: GPSL), erweitert durch die Probennummern (in Klammern). Weitere Abkürzungen für Museen/Sammlungen: SI Washington = Smithsonian Institution Washington/USA, GPI Münster = Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum der Universität Münster.

Nicht von allen in vergleichenden Diskussionen erwähnten rezenten Fischen sind die Autorennamen zu eruieren gewesen. Viele Daten sind aus amerikanischen Bestimmungsbüchern (z.B. ROBINS et al.) entnommen worden, die in der Regel nur die wissenschaftlichen Namen, nicht aber deren Autoren angeben. Hier hilft nur die systematische Spezialliteratur weiter. Die erforderlichen Arbeiten sind aber in vielen Fällen nicht mit vernünftigem Aufwand zu beschaffen.

Tafel 1: Revision von tertiären Fischtaxa, aufgestellt von KOKEN (1888), FRIZZELL & LAMBER (1962), FRIZZELL & DANTE (1965) und WHITE (1956).

Table 1: Revision of Tertiary fish taxa from the USA erected by KOKEN (1888), FRIZZELL & LAMBER (1962), FRIZZELL & DANTE (1965) and WHITE (1956).

### 1. KOKEN, 1888:

Originalbeschreibung	revidierte Zuordnung
<i>Otolithus</i> (Carangidarum) <i>americanus</i>	Pomadasyidae: "genus Pomadasyidarum"
<i>Otolithus</i> (Apogonidarum) <i>hospes</i>	Berycidae: "genus Berycidarum"
<i>Otolithus</i> (Pagelli) <i>elegantulus</i>	Sparidae: "genus Sparidarum"
<i>Otolithus</i> (Sparidarum) <i>insuetus</i>	verworfen, Holotypus stark erodiert
<i>Otolithus</i> (Sciaenidarum) <i>radians</i>	verworfen, Holotypus erod., juv.
<i>Otolithus</i> (Sciaenidarum) <i>gemma</i>	verworfen, Synt. juv. Otol.
<i>Otolithus</i> (Sciaenidarum) <i>eporrectus</i>	Sciaenidae: "genus Sciaenidarum"
<i>Otolithus</i> (Sciaenidarum) <i>claybornensis</i>	Sciaenidae: "genus aff. <i>Umbrina</i> "
<i>Otolithus</i> (Sciaenidarum) <i>intermedius</i>	verworfen, Typusmaterial erodiert
<i>Otolithus</i> (Sciaenidarum) <i>similis</i>	verworfen, Typusmaterial erod., juv.
<i>Otolithus</i> (Sciaenidarum) <i>decipiens</i>	Ophidiidae: "genus Sirembinorum"
<i>Otolithus</i> (Trachini) <i>laevigatus</i>	nicht interpretierbar, verworfen
<i>Otolithus</i> (Cottidarum) <i>laevigatus</i>	nicht interpretierbar, verworfen
<i>Otolithus</i> (Triglae) <i>cor</i>	Triglidae: "genus Triglidarum"
<i>Otolithus</i> (Cepolae) <i>comes</i>	Cepolidae: <i>Cepola</i>
<i>Otolithus</i> (Mugilidarum) <i>decipiens</i>	Mugilidae: "genus Mugilidarum"
<i>Otolithus</i> (Gadidarum) <i>elevatus</i>	Ophidiidae: "genus Sirembinorum"
<i>Otolithus</i> (Gadidarum) <i>mayeri</i>	Ophidiidae: "genus Ophidiidarum"
<i>Otolithus</i> (Gadidarum) <i>mucronatus</i>	Ophidiif.: "genus Lepophidiinorum"
<i>Otolithus</i> (Platessae) <i>sector</i>	Congridae: <i>Paraconger</i>
<i>Otolithus</i> (Soleae) <i>glaber</i>	"genus aff. <i>Pseudophichthys</i> "
<i>Otolithus</i> (Congeris) <i>brevior</i>	"genus Congridarum"
<i>Otolithus</i> (inc. sedis) aff. <i>umbonatus</i>	Pterothrissidae: <i>Pterothrissus</i>

### 2. FRIZZELL & LAMBER, 1962

Originalbeschreibung	revidierte Zuordnung
" <i>Conger</i> " <i>fornicatus</i>	Congridae: "genus Congridarum"
" <i>Conger</i> " <i>meridies</i>	Congridae: <i>Paraconger</i>
" <i>Conger</i> " <i>sanctus</i>	Congridae: <i>Hildebrandia</i>
" <i>Conger</i> ?" <i>vetustus</i>	Congridae: <i>Conger</i>
<i>Stintonia</i> <i>brazosia</i>	verworfen, Holotypus erodiert
<i>Stintonia</i> <i>creola</i>	verworfen
<i>Stintonia</i> <i>glendonensis</i>	verworfen, Holotypus erodiert
<i>Weileria</i> <i>brandonensis</i>	verworfen, Holotypus erodiert
<i>Weileria</i> <i>cajun</i>	"genus Myripristinarum"
<i>Weileria</i> <i>louisiana</i>	verworfen, Holotypus erodiert

**3. FRIZZELL & DANTE, 1965**

Originalbeschreibung	revidierte Zuordnung
<i>Genartina texana</i>	verworfen, nicht interpretierbar
<i>Myctophum americanum</i>	verworfen, nicht interpretierbar
<i>Claibornichthys troelli</i>	verworfen, nicht interpretierbar
<i>Parbatmya brazosiensis</i>	Congridae: "genus aff. <i>Paraconger</i> "
<i>Bregmaceros troelli</i>	Bregmacerotidae: <i>Bregmaceros</i>
<i>Brazosiella kokeni</i>	Lactariidae: <i>Lactarius</i>
<i>Brazosiella moseleyi</i>	Lactariidae: <i>Lactarius</i>
<i>Stintonia brazosia</i>	verworfen, Holotypus erodiert
<i>Allomorone burlesonis</i>	verworfen, Holotypus erodiert
<i>Jefitchia copelandi</i>	Sciaenidae: "genus <i>Sciaenidarum</i> "
<i>Corvina pseudoradians</i>	verworfen
<i>Signata nicoli</i>	Ophidiidae: "genus <i>Ophidiidarum</i> "
<i>Signata stenzeli</i>	Ophidiidae: "genus <i>Ophidiidarum</i> "
<i>Bauzaia lamberi</i>	Ophidiidae: "genus <i>Lepophidiinorum</i> "
<i>Bauzaia melrosensis</i>	Ophidiidae: <i>Hoplobrotula</i>
<i>Preophidium petropolis</i>	Ophidiidae: "genus <i>Sirembinorum</i> "
<i>Preophidium stintoni</i>	Ophidiidae: "genus <i>Ophidiidarum</i> "
" <i>Carapus</i> " <i>smithvillensis</i>	Carapidae: <i>Carapus</i>
<i>Eosolea claibornensis</i>	verworfen, nicht interpretierbar
<i>Eosolea texana</i>	"genus aff. <i>Panturichthys</i> "

**4. WHITE, 1956**

Originalbeschreibung	revidierte Zuordnung
<i>Odontaspis malletiana</i>	verworfen, nicht interpretierbar
<i>Alopias latidens alabamensis</i>	<i>Alopias alabamensis</i>
<i>Alopias latidens carolinensis</i>	<i>Alopias latidens?</i>
<i>Scyliorhinus enniskilleni</i>	<i>Abdounia enniskilleni</i>
<i>Hypoprion grayegertoni</i>	verworfen, nicht interpretierbar
<i>Galeocerdo clarkensis</i>	<i>Galeocerdo clarkensis</i>
<i>Hemipristis whyattdurhami</i>	<i>Hemipristis curvatus</i>

Vor der systematisch-taxonomischen Behandlung der Selachier und Teleosteer ist es angebracht, die bisher vorliegenden Arbeiten über Otolithen aus dem westatlantischen Raum kurz kritisch zu beleuchten. Eine Durchsicht der wenigen Publikationen zeigt, daß die dort beschriebenen Taxa nicht unkommentiert und unrevidiert als Datenbasis für diverse Interpretationen übernommen werden können. Daher werden diese Taxa tabellarisch zusammengefaßt und kurz kommentiert. Es handelt sich um die Arbeiten von KOKEN (1888 - Eozän der Golfküste), FRIZZELL & LAMBER (1962 - Eozän der Golfküste), FRIZZELL & DANTE (1965 - Eozän der Golfküste) und WHITE (1956 - Tertiär der SE USA), die teilweise schon von NOLF (1985) revidiert worden sind. Nur die als valide angesehenen Taxa werden in die Auswertung einbezogen.

## 4.2. Neoselachii

### Supraordo Squalomorpii

#### Ordo Hexanchiformes

#### Familia Heptranchidae BARNARD, 1925

Genus *Heptranchias* RAFINESQUE, 1810

Typus-Art: *Heptranchias perlo* (BONNATERRE, 1788)

#### *Heptranchias howelli* (REED, 1936)

\*1936 *Notidanion howelli* REED: 4.

1990 *Heptranchias howelli*, - KRUCKOW & THIES: 25.

**Diskussion:** *H. howelli* und *H. tenuidens* (LERICHE, 1938) aus dem Oligozän von Venezuela sind vermutlich konzpezifisch. Aus Prioritätsgründen wäre dann *H. tenuidens* ein nachgeordnetes Synonym. Diese Vermutung ist nur am Originalmaterial zu verifizieren.

**Vorkommen:** Eozän von New Jersey.

#### Familia Hexanchidae G RAY, 1851

Genus *Hexanchus* RAFINESQUE, 1810

Typus-Art: *Squalus griseus* BONNATERRE, 1788

#### *Hexanchus aff. griseus* (BONNATERRE, 1788)

Taf. 1 Fig. 1

aff.\*1788 *Squalus griseus* BONNATERRE: 9.

aff. 1984 *Hexanchus griseus*, - COMPAGNO, I: 19-20, Textfig.

**Material:** 1 Zahn, Lee Creek Mine (unhoriz., Mat. von J. HOOPER, Solomons).

**Diskussion:** Der anterolaterale bis laterale Zahn aus dem Unterkiefer besitzt eine schlanke, hohe erste Spitze, deutlich höher als die folgenden 9, die dann sehr allmählich an Höhe abnehmen. An der Basis der ersten Spitze liegt ein scharfer, schneidenartige Vorsprung, der aber nicht gezähnt ist wie die gleiche Struktur an Zähnen von *Notorynchus primigenius* oder dem miozänen *Hexanchus gigas* (SISMONDA, 1861). Am ähnlichsten sind

die Zähne des rezenten *H. griseus*, weshalb der Zahn mit Vorbehalt dorthin gestellt wird. Zur sicheren Diagnose sind mehr Zähne unterschiedlicher Position erforderlich. Die Zähne der insgesamt kleineren rezenten Tiefwasserart *H. vitulus* SPRINGER & WALLER, 1969 erreichen bei weitem nicht die Größe des vorliegenden Zahnes, und auch hier ist die Basis der mesialen Spitze deutlich gezähnt.

In der Literatur ist *H. griseus* bisher noch nicht aus den USA beschrieben worden. Der Zahn von Lee Creek Mine ist nach Literaturübersicht der Erstnachweis für das atlantische Tertiär der USA, vorbehaltlich der einer besser abgesicherten Bestimmung.

**Vorkommen:** North Carolina (Beaufort County, Lee Creek Mine). Stratigraphie unsicher (oberflächlich aufgelesen), Mittelmiozän (Pungo River Fm.) oder Pliozän (Yorktown Fm., Rushmore Member) - nach Erhaltung (Phosphatisierung) ist Pungo River Formation anzunehmen.

Genus *Notorynchus* AYRES, 1855

Typus-Art: *Squalus cepedianus* PERON, 1809

#### *Notorynchus primigenius* (AGASSIZ, 1843)

Taf. 1 Fig. 2-3

\*1843 *Notidanus primigenius* AGASSIZ: 218, Taf. 27 Fig.6-8, 13-17 (non Fig. 4 u. 5).

1910 *Notidanus primigenius*, - LERICHE: 257, Abb. 71-72, Taf. 13 (mit ausführlicher Synonymie).

1926 *Notidanus primigenius*, - LERICHE: 388.

1942 *Notidanus primigenius*, - LERICHE: 63, Taf. 4 Fig. 7-9 (mit ausführlicher Synonymie).

1970 *Hexanchus primigenius*, - CAPPETTA: 16, Taf. 4 Fig. 11-19 (mit ausführlicher Synonymie).

1980 *Notidanus serratissimus*, - CASE: 80, Taf. 1 Fig. 3-7.

1980 *Notidanus primigenius*, - CASE: 99.

1990 *Notorynchus primigenius*, - KRUCKOW & THIES: 26.

**Material:** Stratigraphisch abgesicherte Funde von Maryland (Calvert Formation, Fairhaven), Virginia (Bottoms Bridge, Old Church Fm.) und North Carolina (Silverdale, Haywood Landing Member der Belgrade Fm.). Unhorizontiert an den Kliffs von Maryland und Virginia (nur dort, wo Calvert Fm. und Choptank Fm. ausstreichen).

**Diskussion:** Die Art scheint nach horizontiertem Material in den USA vom Oligozän bis zum Mittelmiozän vorzukommen, was sich mit Beobachtungen in Europa deckt. CASE (1980) verwechselte die Art mit *Notorynchus serratissimus*, einer eoänen Art.

**Vorkommen:** USA: Oberoligozän (Virginia), tiefstes Miozän (N. Carolina), höchstes Untermiozän bis Mittelmiozän (Calvert/Pungo River Fm., ?Choptank Fm. - Maryland, Virginia, N. Carolina). Nach Literatur Miozän von New Jersey, N. und S. Carolina. Meldungen für Obermiozän (Maryland und Virginia) sind unsicher, mir ist kein horizontiertes Material aus der Eastover Formation bekannt. Material aus dem Unterpliozän von Lee Creek Mine ist sicher aus der Pungo River Fm. umgelagert.

### Ordo Squaliformes

#### Familia Squalidae B ONAPARTE, 1834

#### Subfamilia Squalinae B ONAPARTE, 1834

Genus *Squalus* LINNAEUS, 1758

Typus-Art: *Squalus acanthias* LINNAEUS, 1758

**Bemerkungen:** Zähne der verschiedenen Arten der Gattung *Squalus* ähneln sich morphologisch sehr stark, und eine Differenzierung einzelner Arten ist in der Regel nur mit viel Material möglich, in dem Zähne aller Positionen in den Kiefern präsent sein sollte. Diese Bedingungen werden vom vorliegenden Material nicht erfüllt. Dennoch lassen sich einige Beziehungen zu europäischen oder rezenten Arten erkennen. Die Zuordnung erfolgt mit Rücksicht auf das geringe Material nur mit Vorbehalt. Die hier vorgestellten fossilen Zähne bedeuten den Erstnachweis der Gattung im atlantischen Tertiär der USA.

#### *Squalus* aff. *acanthias* (LINNAEUS, 1758)

Taf. 1 Fig. 7

aff.\*1758 *Squalus acanthias* LINNAEUS, 10, 1: 233.

**Material:** 2 Zähne: P12(1), P57 (1).

**Diskussion:** Im Unterschied zu dem oligozänen Material besitzen die Zähne aus der St. Marys Formation und der Yorktown Formation einen leicht konkaven Verlauf des mesialen Schneiderandes, verbunden mit einer etwas längeren und schlankeren Spitze und einem kurzen distalen Kronenabsatz. Diese Merkmale sind bei Zähnen des rezenten *S. acanthias* anzutreffen, weshalb die Zähne in die Nähe dieser Art gestellt werden. In Europa ist *S. acanthias* ab Pliozän, vielleicht schon Obermiozän, verbreitet.

**Vorkommen:** St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Calvert Cliffs-Sektion); Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

#### *Squalus* aff. *alsaticus* (ANDREAE, 1892)

Taf. 1 Fig. 4-6

aff.\*1892 *Acanthias alsaticus* ANDREAE: 108, Abb. 2a-b.

aff.1928 *Squalus alsaticus*.- WEILER: 13, Taf. 2 Fig. 10.

aff.1975 *Squalus alsaticus*.- van den BOSCH, CADEE & JANSSEN: 72, Taf. 20.

aff.1975 *Squalus alsaticus*.- STEURBAUT & HERMAN: 304, Taf. 1 Fig. 1-2.

**Material:** 4 Zähne (P35).

**Diskussion:** Der größte Zahn (ca. 5mm lang, Taf. 1 Fig. 4) stammt aus dem Oberkiefer (laterale bis posterolaterale Position, ein weiterer aus anterolateraler Position im Oberkiefer (Taf. # Fig. 6). Der in Taf. # Fig. 5 abgebildete Zahn kommt aus einer lateralen Position des Unterkiefers. Der vierte Zahn ist unvollständig. Die schlanke Spitze und der konvexe mesiale Schneiderand der Oberkieferzähne, sowie der annähernd gerade mesiale

Schneiderand des Unterkieferzahnes zeigen viel Übereinstimmung mit Zähnen von *Squalus alsaticus* aus dem europäischen Oligo-Miozän. Auch die recht schräg nach mesial gerichtete Uvula und der kurze, ebenfalls etwas schräg nach hinten gerichtete Apron teilen die Zähne mit Zähnen der europäischen Art. Die genannten, für *Squalus*-Zähne wichtigen diagnostischen Merkmale erlauben eine relativ sichere Zuordnung.

**Vorkommen:** Old Church Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

#### *Squalus* aff. *smithi* HERMAN, 1982

Taf. 1 Fig. 11-12

aff.\*1982 *Squalus smithi* HERMAN: 3-4, Taf. Fig. 4-5.

**Material:** 2 Zähne: P67(1), P68(1).

**Beschreibung:** Der einzige komplette Zahn zeichnet sich durch eine robuste, gedrungene Krone aus. Der mesiale Schneiderand verläuft flach sigmoidal, mit einer leicht konkaven Eindellung vor der relativ kurzen und breiten Spitze. Sämtliche Schneideränder sind glatt. Auf der Labialseite erstreckt sich der recht schmale, lange Apron gerade nach unten und erweitert sich basal etwas. Er reicht deutlich unter die Wurzelbasis. Mesial und distal vom Apron befinden sich 2-3 große, lateroexterne Foramina. Die Uvula ist kürzer und leicht schräg nach mesial gerichtet. Der inkomplette Zahn (Wurzel beschädigt) zeigt die gleiche Kronenmorphologie.

**Diskussion:** Die eozänen Zähne unterscheiden sich deutlich vom oligozänen Material und gehören zu einer anderen Art. Aus dem Paläogen Europas sind einige *Squalus*-Arten bekannt. Die daneben auftretende paleozäne Gattung *Megasqualus* zeigt einen andere Zahnmorphologie und scheidet als Option aus. *Squalus minor* (LERICHE, 1902) besitzt u.a. eine abweichende Kronenmorphologie mit kürzerem, weniger scharf von der Kronenbasis abgesetztem Apron. Die Größe und Anordnung der Foramina weicht auch stark ab. Einen ähnlich langen Apron zeigen die Zähne von *S. smithi* HERMAN, 1982 aus dem Eozän Westeuropas, auch die gedrungene Zahnform mit dem kurzen, mesialen Teil vor dem Apron. Selbst die Anlage der großen lateroexternen Foramina teilt das Originalmaterial mit dem vorliegenden Zahn. Damit kann der Zahn zu dieser Art gestellt werden. Ein gewisser Vorbehalt basiert lediglich auf der Tatsache, daß nur ein kompletter Zahn vorhanden ist. Es bestehen aber wenig Zweifel, daß auch *S. smithi* eine ambiatlantische Art darstellt.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### Ordo Pristiophoriformes

#### Familia Pristiophoridae B LEEKER, 1859

Genus *Pristiophorus* MÜLLER & HENLE, 1837

Typus-Art: *Pristis cirrhatus* LATHAM, 1793  
 Synonym: *Propriostrophorus* WOODWARD, 1932

### ***Pristiophorus* sp.**

Taf. 1 Fig. 9-10

Material: 7 Rostralzähne und 1 Oralzahn, P35.

**Diskussion:** Die Gattung ist durch typische Rostralzähne und einen unvollständigen Oralzahn (Wurzel fehlt) belegt. Die Rostralzähne sind aus funktionsmorphologischen Gründen ein konservatives Element und lassen keine sichere Abgrenzung der Arten zu. Wichtiger sind die kleinen, selten beschriebenen Oralzähne. Der eine unvollständige Zahn ist jedoch nicht ausreichend für den Versuch einer Artbestimmung. Von dieser Gattung sind nach COMPAGNO (1984) vier rezente Arten bekannt, eine davon im Westatlantik (Karibik bis Florida): *P. schroederi* SPRINGER & BULLIS, 1960. Zähne dieser einzigen rezenten Art aus dem Atlantik stehen nicht zum Vergleich zur Verfügung. Die Funde aus der Old Church Formation sind der erste Fossilnachweis aus dem atlantischen Tertiär der USA.

Fossil ist *Pristiophorus* seit der Oberkreide bekannt. Mitteltertiäre atlantische Arten wurden bisher aus Europa beschrieben: *P. rupeliensis* STEURBAUT & HERMAN, 1978 aus dem Unteroligozän von Belgien und Holland, sowie *P. suevicus* JAEKEL, 1890 aus dem Miozän von Süddeutschland und Westeuropa. Nach Form und Größe der Rostralzähne könnte das amerikanische Material zu *P. rupeliensis* gestellt werden. Es fehlen jedoch die für eine exakte Bestimmung unerlässlichen kompletten Oralzähne. Von CAPETTA (1987) wird *Pristiophorus* auch für das Mittelmiozän von North Carolina angegeben.

**Vorkommen:** Old Church Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

## **Ordo Squatiniformes**

### **Familia Squatinidae B ONAPARTE, 1838**

Genus *Squatina* DUMERIL, 1906

Typus-Art: *Squalus squatina* LINNAEUS, 1758

#### ***Squatina prima* (WINKLER, 1873)**

\*1873 *Trigonodus primus* WINKLER: 14, Taf. 1 Fig. 18-21.

1966 *Squatina prima*, - CASIER: 57, Taf. 2 (mit ausführlicher Synonymie).

1981 *Squatina prima*, - CASE: 67, Taf. 5 Fig. 5-6..

1990 *Squatina prima*, - KRUCKOW & THIES: 30.

**Vorkommen:** Obereozän (Twiggs Clay Member der Barnwell Formation), Georgia.

#### ***Squatina subserrata* (MÜNSTER, 1846)**

\*1846 *Sphyrna subserrata* MÜNSTER: 21, Taf. 2 Fig. 17.

. 1904 *Squatina occidentalis* EASTMAN: 71, Taf. 28 Fig. 1.

. 1942 *Squatina occidentalis*, - LERICHE: 55.

1970 *Squatina subserrata*, - CAPPETTA: 77, Taf. 8 Fig. 1-14.

?1980 *Squatina occidentalis*, - CASE: 99.

1980 *Squatina subserrata*, - CASE: 93, Taf. 7 Fig. 7-8, Taf. 8 Fig. 1 (mit ausführlicher Synonymie).

1990 *Squatina occidentalis*, - KRUCKOW & THIES: 30.

1990 *Squatina subserrata*, - KRUCKOW & THIES: 30-31.

Material: 8 Zähne: P4(1), P35(6), P7(1).

**Diskussion:** *Squatina occidentalis* EASTMAN 1904 (nach Originalangabe Plum Point = Calvert Fm., Plum Point Marl Member) halte ich für ein Synonym von *S. subserrata*. Die Art wurde von EASTMAN auf einen Lateralzahn begründet. Topo- und stratotypisches Material liegt in der eigenen Kollektion vor. Die oberoligozänen Zähne sind etwas robuster als das miozäne Material und leiten vielleicht schon zum Typus *Squatina angeloides* (VAN BENEDEN) STORMS, 1895 über. Die Art ist im Oligozän Europas verbreitet.

**Vorkommen:** Nach eigenen Beobachtungen Oberoligozän (Old Church Fm.) von Virginia, Miozän (Calvert Fm., ?Choptank Fm.) von Maryland. Nach Literatur noch Untermiozän von N. Carolina (unsicher - siehe Bemerkungen zu CASE, 1980), Untermiozän von Maryland und Mittelmiozän von N. Carolina.

#### ***Squatina aff. dumeril* LESUEUR, 1818**

Material: 4 Zähne, P36(1), P63 (1), P57(2).

**Diskussion:** Die ganz kompletten Zähne bleiben wesentlich kleiner als die von *S. subserrata*, unterscheiden sich aber vor allem in den Proportionen von der miozänen Art. Die Spitze ist schlanker und die Wurzelplatte recht dünn. In den Proportionen werden damit Beziehungen zu *S. dumeril* deutlich. *S. dumeril* kommt rezent nur im Westatlantik vor und reicht etwa von Cape Cod bis an die Küsten des NE Südamerikas.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

## **Ordo Heterodontiformes**

### **Familia Heterodontidae G RAY, 1851**

Genus *Heterodontus* BLAINVILLE, 1816

Typus-Art: *Squalus portusjacksoni* MEYER, 1793)

#### ***Heterodontus janefirdae* CASE, 1980**

\*1980 *Heterodontus janefirdae* CASE: 79, Taf. 1 Fig. 1-2, Abb. 3.

1990 *Heterodontus janefirdae*, - KRUCKOW & THIES: 31.

**Diskussion:** Von CASE aus der stratigraphisch sehr heterogenen Kollektion des "Trend Marl" von North Carolina beschrieben. In eigenen Proben (viel Material!) der Belgrade Formation (Haywood Landing Member) nicht vertreten, daher ist ein oligozäner Ursprung (River Bend Formation) anzunehmen, aber nicht sicher.

**Vorkommen:** Oligozän oder Untermiozän, North Carolina (White Oak River-Sektion).

***Heterodontus pineti* CASE, 1981**

- \*1981 *Heterodontus pineti* CASE: 55, Abb. 2, Taf. 1 Fig. 1-2, Abb. 3.  
1990 *Heterodontus pineti*, - KRUCKOW & THIES: 31.

Vorkommen: Obereozän (Twiggs Clay Member der Barnwell Formation), Georgia.

***Heterodontus* sp. 1**

- 1956 *Heterodontus* cf. *woodwardi* CASIER, 1946, - WHITE: 128.  
1990 *Heterodontus* cf. *woodwardi*, - KRUCKOW & THIES: 31.

Diskussion: Mit den angeführten Taxa liegen drei *Heterodontus*-"Arten" aus dem stratigraphisch engen Bereich Obereozän-?tiefstes Miozän der SE USA vor. Die Bestimmung von WHITE ist nicht ausreichend dokumentiert und damit nicht überprüfbar. Sie kann höchstens als generische Bestimmung anerkannt werden. Ob das von WHITE erwähnte Material aus dem Obereozän von Alabama (selbst der locus ist unsicher - siehe allgemeine Bemerkungen zur Arbeit von WHITE) tatsächlich Beziehungen zu *H. woodwardi* aus dem belgischen Eozän zeigt, bleibt völlig im Unklaren.

Nach den sehr guten Abbildungen in CASE (1980 und 1981) sind *H. janesfordae* und *H. pineti* kaum zu unterscheiden und sicher synonym. Die sehr oberflächlichen Beschreibungen und fehlenden Differential-Diagnosen in den Arbeiten von CASE liefern keine sicher interpretierbaren Fakten zur klaren Trennung beider Arten. Zu klären ist das Problem nur anhand des Originalmaterials, weshalb ich beide "Arten" hier formal noch getrennt halte.

Vorkommen: ?Obereozän von ?Alabama.

***Heterodontus* sp. 2**

Taf. 2 Fig. 1

Material: 1 anteriorer Zahn (P42).

Diskussion: Es steht nur ein anteriorer Zahn eines subadulten Individuums zur Verfügung, der nicht zur spezifischen Bestimmung ausreicht. Damit ist jedoch der erste sichere Nachweis von Doggenhaien in der Piney Point Formation (und im Mitteleozän der Coastal Plains überhaupt) erbracht.

Vorkommen: Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Ordo Orectolobiformes****Familia Ginglymostomatidae GILL, 1862**

Genus *Ginglymostoma* MÜLLER & HENLE, 1837  
Typus-Art: *Squalus cirratus* BONNATERRE, 1788

***Ginglymostoma delfortriei* DAIMERIES, 1889**

Taf. 2 Fig. 2-4

- \*1889 *Ginglymostoma delfortriei* DAIMERIES: 10.

- 1970 *Ginglymostoma delfortriei*, - CAPPETTA: 36, Taf. 7 Fig. 1-6 (mit weiterer Synonymie).

- 1984 *Ginglymostoma delfortriei*, - GILLETTE: 176, Fig. 3C.

- 1984 *Ginglymostoma delfortriei*, - KRUCKOW & THIES: 33.

Material: 5 Zähne: 3 (P49), 1 (P51) und 1 (P52).

Diskussion: Die Zähne lassen sich gut der bisher aus dem Miozän Europas und Westafrikas, sowie Panamas bekannten Art zuordnen. Sie sind der Erstdnachweis der Art für das atlantischen Miozän der USA.

Vorkommen: Belgrade Formation (Haywood Landing Member), North Carolina (White Oak River-Sektion). Nach Literatur undifferenziertes Miozän von South Carolina.

***Ginglymostoma serra* (LEIDY, 1877)**

- \*1877 *Acrodobatis serra* LEIDY: 250, Taf. 34 Fig. 10-13.  
?1942 *Ginglymostoma serra*, - LERICHE: 64.  
1987 *Ginglymostoma serra*, - CAPPETTA: 80.  
?1990 *Ginglymostoma serra*, - KRUCKOW & THIES: 33.

Diskussion: Nach Literatur Eozän von Maryland. Die Angaben sind jedoch kaum noch verifizierbar. Nach LERICHE (1942) auch Miozän von South Carolina. Bei LERICHE findet sich keine Abbildung, daher ist dieses Zitat nicht weiter interpretierbar. Möglicherweise beruht es auf einer Verwechslung mit *G. delfortriei*. Eine andere Möglichkeit besteht in der Herkunft aus einem der verbreiteten Lag Deposits mit der bekannten Mischung von Selachierzähnen unterschiedlicher stratigraphischer Herkunft.

Vorkommen: Nach Literatur Eozän von Maryland, ??Miozän von South Carolina.

Genus *Nebrius* RUEPPEL, 1837

Typus-Art: *Scyllium ferrugineum* LESSON, 1830

***Nebrius thielensi* (WINKLER, 1873)**

Taf. 1 Fig. 13

- \*1873 *Plicodus Thielensi* WINKLER: 301, Taf. 7 Fig. 5.  
1877 *Acrodobatis obliquum* LEIDY: 250, Taf. 34 Fig. 14.

- 1942 *Ginglymostoma obliquum*, - LERICHE: 27, 52.

- 1956 *Ginglymostoma obliquum*, - WHITE: 124, 127.

- 1958 *Ginglymostoma* aff. *obliquum*, - CASIER: 17, Abb. 2, Taf. 1 Fig. 7.

- 1981 *Ginglymostoma obliquum*, - CASE: 61, Abb. 4, Taf. 4 Fig. 1.

- 1990 *Ginglymostoma obliquum*, - KRUCKOW & THIES: 32.

- 1990 *Ginglymostoma* aff. *thielensi*, - KRUCKOW & THIES: 33.

Material: 1 Zahn (P34).

Diskussion: Zähne von *Nebrius* und *Ginglymostoma* sind sehr ähnlich, lassen sich aber auf der Basis einiger konstanter Merkmale gut auseinanderhalten. Die Zähne von *Ginglymostoma* sind labio-lingual stärker komprimiert und annähernd bilateral-symmetrisch, während die Krone von *Ne-*

*brius*-Zähnen labio-lingual dicker, aber meso-distal nicht so breit sind. Die Krone ist mehr oder weniger deutlich in mesiale Richtung geneigt, was zu einem meist deutlich asymmetrischen Habitus führt. Entsprechend ist auch die Zähnelung der Schneiderränder ausgerichtet. Nach diesen Merkmalen handelt es sich zweifellos um einen *Nebrius*-Zahn. Der Zahn kann recht gut mit Zähnen der eozänen Art *N. thielensi* (WINKLER, 1873) von Westeuropa und aus dem westatlantischen Raum verglichen werden.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion). Nach Literatur Mitteleozän von Barbados, Obereozän von Alabama und Georgia, Eozän von New Jersey.

#### **Familia Brachaeluridae A PPLEGATE, 1972**

Genus *Eostegostoma* HERMAN, 1977

Typus-Art: *Eostegostoma angustum* NOLF & TAVERNE in HERMAN, 1977

#### ***Eostegostoma* sp.**

Abb. 17/7a-c, Taf. 1 Fig. 8

Material: 1 Zahn (P67).

**Beschreibung:** Ein gut erhaltener, sehr kleiner Zahn zeigt eine kräftige Hauptspitze, flankiert von einem Paar lateraler Nebenspitzen. Die Hauptspitze ist deutlich in linguale Richtung geneigt, relativ dick und etwas gebogen. Auf der Labialseite läuft die Kronenbasis in einem breiten Apron aus, der bis unter die Wurzelbasis reicht und unten etwas eckig abgeschnitten ist. Die Wurzel zeigt typisch orectolobiden Bau. Ihre flache, ebene Basis öffnet sich mit zwei gerundeteten Loben V-förmig in labialer Richtung. Im Winkel zwischen den beiden Loben liegt auf der Basalfläche das zentrale Foramen, welches beim vorliegenden Zahn sehr groß ist. Lingual läuft die Wurzel in einer mediointernen Expansion aus, auf der das mediointerne Foramen seinen Platz findet. In den laterointernen Depressionen schließlich ist ein Paar laterointerner Foramina zu erkennen.

**Diskussion:** In der generellen Morphologie stimmt der Zahn sehr gut mit der eozänen europäischen Art *Eostegostoma angustum* überein (Typus der fossilen Gattung). Ein wesentlicher Unterschied ist jedoch in der Anlage des zentralen Foramens auf der Basisfläche zu sehen, welches bei dem amerikanischen Zahn wesentlich größer ist, damit den Verhältnissen rezenter *Brachaelurus*-Zähne (eng verwandt) nahe kommt. Wieweit das Merkmal taxonomisch relevant ist, kann auf der Basis nur eines Zahnes nicht geklärt werden. Der Zahn stellt jedoch immerhin den Erstnachweis der Gruppe im westatlantischen Tertiär dar.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

#### **Ordo Lamniformes**

#### **Familia Odontaspidae M ÜLLER & HENLE, 1949**

Genus *Odontaspis* AGASSIZ, 1838

Typus-Art: *Squalus ferox* RISSO, 1810

#### ***Odontaspis winkleri* LERICHE, 1905**

\*1905 *Odontaspis winkleri* LERICHE: 117, Taf. 6 Fig. 1-12.

1942 *Odontaspis winkleri*, - LERICHE: 28.

1966 *Odontaspis winkleri*, - CASIER: 72, Taf. 5 Fig. 1-4.

1977 *Synodontaspis? winkleri*, - HERMAN: 245.

1990 *Eugomphodus winkleri*, - KRUCKOW & THIES: 35-36.

**Vorkommen:** Nach eigenen Beobachtungen Nanjemoy Formation von Virginia (Potomac River) und Piney Point Formation von Virginia (Pamunkey River-Sektion). Nach Literatur Oberpaläozän und Untereozän (entspricht Nanjemoy Formation) von Maryland.

Genus *Carcharias* RAFINESQUE, 1810

Typus-Art: *Carcharias taurus* RAFINESQUE, 1810

**Bemerkungen:** Die generische Bestimmung fossiler Odontaspidae ist durch diverse nomenklatorische Operationen in jüngerer Zeit etwas problematisch geworden. WHITE (1931) unterteilte die Gattung *Odontaspis* in mehrere Untergattungen (*Odontaspis* s.str., *Synodontaspis* und *Parodontaspis*). *Parodontaspis* wurde später als Synonym von *Synodontaspis* erkannt und eingezogen. COMPAGNO (1977) ist der Meinung, daß die beiden rezenten Arten *O. ferox* RISSO, 1826 und *O. taurus* RAFINESQUE, 1810 zu verschiedenen Gattungen gestellt werden müßten (vor allem auf der Basis der unterschiedlicher Zahnformeln in den Kiefern). Im FAO Species Catalogue (COMPAGNO, 1984) benutzt er den Gattungsnamen *Eugomphodus* GILL, 1862 (Typus: *O. grieseus* GILL, 1862 = *O. taurus* RAFINESQUE, 1810), zu dem *Synodontaspis* WHITE, 1931 ein Synonym ist. Der ebenfalls verfügbare Name *Carcharias* RAFINESQUE, 1810 wurde von der ICZN auf den Index der verworfenen und damit invaliden Gattungsnamen gesetzt (Opinion 723.5b, 1965). Die Operation wurde später widerrufen und *Carcharias* aus dem Index entfernt (Opinion 1459, 1987), erhält damit aus Prioritätsgründen Vorrang vor *Eugomphodus* und *Synodontaspis*. Auch der Familienname Carchariidae wird damit wieder verfügbar, ist aber ein nachgeordnetes Synonym von Odontaspidae, solange diese Gruppe nicht weiter in mehrere Familien aufgeteilt wird. Da nicht von allen fossilen Odontaspidae die Zahnfolge in den Kiefern genau bekannt ist, kann die generische Bestimmung problematisch werden.

#### ***Carcharias acutissimus* AGASSIZ, 1843**

Taf. 3 Fig. 1-5

- \*1843 *Lamna (Odontaspis) acutissima* AGASSIZ: 294, Taf. 37a Fig. 33-34.  
 1910 *Odontaspis acutissima*, - LERICHE: 261, Abb. 73-76, Taf. 14 Fig. 1-27 (mit ausführlicher Synonymie).  
 1938 *Odontaspis acutissima*, - LERICHE: 32, 34.  
 1942 *Odontaspis acutissima*, - LERICHE: 64, Taf. 4 Fig. 16-17.  
 1958 *Odontaspis acutissima*, - KRUCKOW: 91.  
 1970 *Odontaspis acutissima*, - CAPPETTA: 29, Taf. 1 Fig. 1-22, Taf. 2 Fig. 1-16 (mit ausführlicher Synonymie).  
 1980 *Odontaspis acutissima*, - CASE: 99.  
 1981 *Odontaspis acutissima*, - CASE: 59, Taf. 2 Fig. 6-8, Taf. 3 Fig. 1-2.  
 1981 *Eugomphodus acutissimus*, - KRUCKOW & THIES: 37.

Material: Eigenes Material (sehr zahlreich) liegt vor von: Maryland (Calvert Formation, Fairhaven Member - Fairhaven Cliffs; Calvert Formation, Plum Point Marl Member - Calvert Cliffs bei Plum Point und Willows Colonie, Bachriß bei Aquasco), Virginia (Old Church Fm., Bottoms Bridge; Calvert Fm., Pamunkey River; Eastover Fm., Cobham Bay Member, Rappahannock River), North Carolina (Pungo River Fm., Lee Creek Mine, auch umgelagert in Yorktown Formation); Belgrade Fm. (Haywood Landing Member), Silverdale.

Vorkommen: Nach eigenen Beobachtungen Oberoligozän bis Obermiozän von Maryland bis North Carolina, umgelagert in Yorktown Fm. von N. Carolina. Miozän von Florida, Georgia, weiterhin Cuba, Mexico, Costa Rica und Ecuador. Eine sehr häufige Art vom Oligozän bis zum Mittelmiozän, wie *C. cuspidatus*.

### ***Carcharias cuspidatus* (AGASSIZ, 1843)**

Taf. 2 Fig. 20-27

- \*1843 *Lamna cuspidata* AGASSIZ: 290, Taf. 37a Fig. 43-49 (?50).

- 1910 *Odontaspis cuspidata*, - LERICHE: 268, Taf. 15 Fig. 1-21 (dort weitere Synonymie).  
 ?1938 *Odontaspis* sp., - LERICHE: 28.  
 1942 *Odontaspis cuspidata*, - LERICHE: 66, Taf. 5 Fig. 1-8.  
 1958 *Odontaspis cuspidata*, - KRUCKOW: 81.  
 1970 *Odontaspis cuspidata*, - LERICHE: 32, Taf. 3 Fig. 6-10 (dort ausführliche Synonymie).  
 1980 *Odontaspis cuspidata*, - CASE: 99.  
 1981 *Odontaspis cuspidata*, - CASE: 60, Taf. 3 Fig. 3.  
 1990 *Eugomphodus cuspidatus*, - KRUCKOW & THIES: 36-37 (dort weitere Synonymie).

Material: Eigenes, horizontiertes Material von Maryland (Calvert Fm., Plum Point Marl Member, Plum Point; Fairhaven Member, Fairhaven), Virginia (Old Church Fm., Bottoms Bridge; Calvert Fm., Pamunkey River); North Carolina (Haywood Landing Mbr. der Belgrade Fm., umgelagert auch in Duplin Fm., White Oak River-Sektion; Pungo River Fm., Lee Creek Mine, umgelagert auch in Yorktown Fm.).

Vorkommen: Nach eigenen Beobachtungen von Maryland bis North Carolina vom Oberoligozän bis Mittelmiozän (Old Church Fm. bis Calvert/Pungo River Fm., umgelagert in Yorktown und Duplin Fm.). Nach Literatur Miozän von New Jersey, Unter/Mittelmiozän von Maryland und North Carolina, Miozän von Virginia South Carolina und Florida, Obereozän von Georgia, Mittelmiozän von Mexico (Baja California).

### ***Carcharias hopei* (AGASSIZ, 1843)**

Taf. 2 Fig. 10-11

- \*1843 *Lamna (Odontaspis) hopei* AGASSIZ: 293, Taf. 37a Fig. 27, 28, 30 (non Fig. 29).  
 1905 *Odontaspis cuspidata* var. *hopei*, - LERICHE: 119.  
 1931 *Odontaspis (Synodontaspis) cuspidata* praemut. ? *hopei*, - WHITE: 52, Abb. 13-15.

### **Abb. 17**

Abb. 17/1-4: *Mustelus* sp. 2

1a-d: anteriorer Zahn Nr. S2(P57), a: labial, b: lingual, c: mesial, d: basal; 2a-d: anterolateraler Zahn Nr. S3(P57), a: labial, b: mesial, c: lingual, d: basal; 3a-d: posterolateraler Zahn Nr. S4(P57), a: labial, b: lingual, c: basal, d: mesial; 4a-d: lateraler Zahn Nr. S5(P57), a: labial, b: lingual, c: basal, d: mesial; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 17/5a-b: *Rhizoprionodon* sp.

lateraler Zahn Nr. S17(P67), a: lingual, b: labial; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 17/6a-b: *Physogaleus tertius* (WINKLER, 1874)

lateraler Zahn Nr. S16(P25), a: lingual, b: labial; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 17/7a-c: *Eostegostoma* sp.

Zahn Nr. S1(P68), a: mesial, b: labial, c: lingual; Piney Point Formation (Bed B), Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 17/8-10: *Abdounia enniskilleni* (WHITE, 1956)

8a-c: lateraler Zahn Nr. S15(P38), a: lingual, b: labial, c: mesial; 9a-c: anteriorer Zahn Nr. S14(P66), a: lingual, b: labial, c: mesial; 10: anterolateraler Zahn, lingual, Nr. S35/P67; Piney Point Formation; Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 17/11-12: *Abdounia claibornensis* (WHITE, 1956)

11a-c: lateraler Zahn Nr. S12(P38), a: lingual, b: labial, c: mesial; 12a-c: lateraler Zahn Nr. S13(P67), a: lingual, b: labial, c: mesial; Piney Point Formation; Virginia (Pamunkey River Sektion).

### **Fig. 17**

Fig. 17/1-4: *Mustelus* sp. 2

1a-d: anterior tooth No. S2(P57), a: labial, b: lingual, c: mesial, d: basal; 2a-d: anterolateral tooth No. S3(P57), a: labial, b: mesial, c: lingual, d: basal; 3a-d: posterolateral tooth No. S4(P57), a: labial, b: lingual, c: basal, d: mesial; 4a-d: lateral tooth No. S5(P57), a: labial, b: lingual, c: basal, d: mesial; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 17/5a-b: *Rhizoprionodon* sp.

Lateral tooth No. S17(P67), a: lingual, b: labial; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 17/6a-b: *Physogaleus tertius* (WINKLER, 1874)

Lateral tooth No. S16(P25), a: lingual, b: labial; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 17/7a-c: *Eostegostoma* sp.

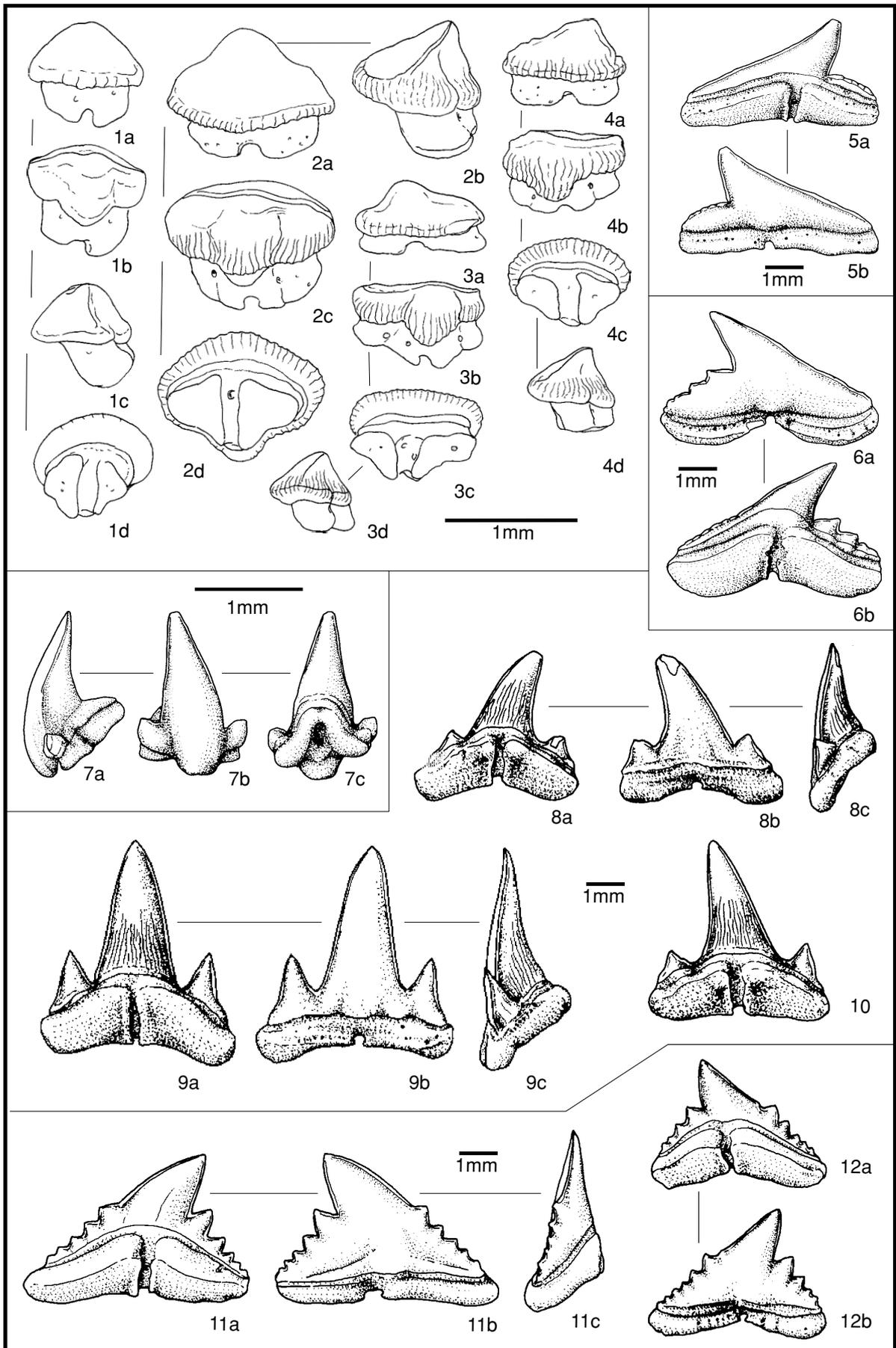
Tooth No. S1(P68), a: mesial, b: labial, c: lingual; Piney Point Formation (bed B), Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 17/8-10: *Abdounia enniskilleni* (WHITE, 1956)

8a-c: lateral tooth No. S15(P38), a: lingual, b: labial, c: mesial; 9a-c: anterior tooth No. S14(P66), a: lingual, b: labial, c: mesial; 10: anterolateral tooth, lingual, No. S35/P67; Piney Point Formation; Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 17/11-12: *Abdounia claibornensis* (WHITE, 1956)

11a-c: lateral tooth No. S12(P38), a: lingual, b: labial, c: mesial; 12a-c: lateral tooth No. S13(P67), a: lingual, b: labial, c: mesial; Piney Point Formation; Virginia (Pamunkey River section).



- 1938 *Odontaspis cuspidata* premut. *hopei*, - LERICHE: 20.  
 1942 *Odontaspis cuspidata* premut. *hopei*, - LERICHE: 28.  
 1958 *Odontaspis* (*Synodontaspis*) *hopei*, - CASIER: 18, Taf. 1 Fig. 17-18.  
 1966 *Odontaspis* (*Synodontaspis*) *hopei*, - CASIER: 68, Taf. 4 Fig. 1-3 (mit ausführlicher Synonymie).  
 1977 *Synodontaspis?* *hopei*, - HERMAN: 243-245 (mit ausführlicher Synonymie).  
 1990 *Eugomphodus hopei*, - KRUCKOW & THIES: 35.

**Material:** Eigenes Material aus der mitteleozänen Piney Point Formation (Pamunkey River-Sektion, Virginia: P25, P34, P38 und P42).

**Vorkommen:** Nach eigenen Beobachtungen Mitteleozän (Piney Point Formation) von Virginia (Pamunkey River-Sektion). Nach Literatur Maryland (Oberpaleozän/Untereozän, entspricht Nanjemoy Formation), Alabama (Obereozän), Barbados (Mitteleozän), Trinidad (Obereozän).

### ***Carcharias vincenti* (WOODWARD, 1899)**

Taf. 2 Fig. 12-13

- \*1899 *Lamna vincenti* WOODWARD: 10, Taf. 1 Fig. 21-22.  
 1942 *Lamna vincenti*, - LERICHE: 32.  
 1952 *Odontaspis vincenti*, - ARAMBOURG: 84, Textfig. 19, Taf. 13 (dort ausführliche Synonymie).  
 1990 *Eugomphodus vincenti*, - KRUCKOW & THIES: 36.

**Vorkommen:** Oberpaleozän/Untereozän (= Aquia und Nanjemoy Fm.) von Maryland.

Genus *Hypotodus* JAEKEL, 1895.

Typus-Art: *Lamna verticalis* AGASSIZ, 1843

### ***Hypotodus verticalis* (AGASSIZ, 1843)**

- \*1843 *Lamna verticalis* AGASSIZ: 294, Taf. 37a Fig. 31 (non Fig. 32).  
 1942 *Odontaspis verticalis*, - LERICHE: 29, Taf. 2 Fig. 13.  
 ?1956 *Odontaspis?* *verticalis*, - WHITE: 131.  
 1966 *Lamna verticalis*, - CASIER: 81, Taf. 4 Fig. 17-20 (dort ausführliche Synonymie).  
 1990 *Eugomphodus verticalis*, - KRUCKOW & THIES: 36.

**Diskussion:** Die stratigraphischen Zuordnungen in der Literatur können nicht stimmen. In Maryland findet sich kein oberflächennahes Mitteleozän. Die Piney Point Formation ist in jüngerer Zeit in Südmaryland nur in Tiefbohrungen nachgewiesen worden. Die alten Zitate können sich also nicht darauf beziehen. Anzunehmen ist als Herkunft der obere (eozäne) Anteil der Nanjemoy Formation. Möglich ist aber auch eine Verwechslung von Fundorten (z.B. Mitteleozän von New Jersey oder Virginia). LERICHE (1942) verzeichnet die Art von den "Pamunkey Beds". Dort ist jedoch von Aquia bis Piney Point Fm. eine umfangreiche paleozäne/eozäne Serie vorhanden, so daß auch hier die Einstufung sehr unsicher bleibt. Eigenes Material aus der intensiv beprobten Piney Point Fm. liegt nicht vor. Das Zitat in WHITE (1956: 131) ist in seiner Dürftigkeit und Unsicherheit nicht ernstzuneh-

men.

**Vorkommen:** "Mitteleozän" von Maryland, ?"Obereozän" von Alabama.

Genus *Palaeohypotodus* GLÜCKMANN, 1964.

Typus-Art: *Odontaspis rutoti* WINKLER, 1874

### ***Palaeohypotodus cf. rutoti* (WINKLER, 1874)**

- cf.\*1874 *Odontaspis rutoti* WINKLER: 4, Taf. 1 Fig. 3-4.  
 .?1901 *Odontaspis cuspidata*, - EASTMAN: 105-106 (partim), Taf. 14 Fig. 1 (non Taf. 14 Fig. 6 = *Striatolamia macrota*) (Reprint 1979)  
 cf.1931 *Odontaspis* (*Odontaspis*) *rutoti*, - WHITE: 49, Abb. 4-12.  
 ?1956 *Odontaspis cf. rutoti* WHITE: 148.  
 1990 *Odontaspis cf. rutoti*, - KRUCKOW & THIES: 37-38.

**Diskussion:** Die Nennung dieser Art, wenn auch unter Vorbehalt, beruht lediglich auf dem sehr zweifelhaften Zitat von WHITE (1956: 148), das nach einer wenig ergiebigen Kurzbeschreibung mit folgendem Satz schließt: "It most resembles a lower posterior lateral of *O. rutoti* but is not typical." Ich halte dies für so unsicher, daß die Art nicht in Auswertungen einbezogen werden kann.

**Vorkommen:** "Mitteleozän" von "Alabama".

Genus *Striatolamia* GLÜCKMANN, 1964.

Typus-Art: *Otodus macrotus* AGASSIZ, 1843

### ***Striatolamia macrota* (AGASSIZ, 1843)**

Taf. 2 Fig. 5-9

- \*1843 *Otodus macrotus* AGASSIZ: 273, Taf. 32 Fig. 27, 28, 30 (Non 29).  
 .1901 *Odontaspis macrota*, - EASTMAN: 105, Taf. 14 Fig. 4 (Reprint 1979)  
 .1901 *Odontaspis cuspidata*, - EASTMAN: 105-106 (partim), Taf. 14 Fig. 6 (non Taf. 14 Fig. 1 = *Palaeohypotodus rutoti*) (Reprint 1979)  
 1902 *Odontaspis macrota*, - LERICHE: 19 (dort ausführliche Synonymie).  
 1905 *Odontaspis macrota*, - LERICHE: 120 (dort weitere Synonymie).  
 1910 *Odontaspis macrota*, - LERICHE: 246.  
 1942 *Odontaspis macrota*, - LERICHE: 29, 52, 53, Taf. 2 Fig. 9-12, Taf. 4 Fig. 4 (mit ausführlicher Synonymie).  
 1958 *Odontaspis* (*Synodontaspis*) *macrota* CASIER: 18.  
 1990 *Eugomphodus macrotus*, - KRUCKOW & THIES: 35.

**Material:** Horizontiertes Material aus Nanjemoy Fm. (oberer Bereich von Woodstock Member) und zahlreiche Zähne aus der Piney Point Fm, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Vorkommen:** Nach eigenen Beobachtungen am Pamunkey River (Virginia) Nanjemoy Formation (Woodstock Member) und Piney Point Formation. Nach Literatur undifferenziertes Eozän von New Jersey und South Carolina, Oberpaläozän/Eozän von Maryland und Virginia (es dürfte sich hierbei um den untereozänen Teil der Nanjemoy Fm. handeln - Woodstock Member), Mitteleozän von Alabama, Mexico und Barbados, Obereozän von Mississippi, Oligozän (?) von Trinidad.

**Striatolamia striata (WINKLER, 1874)**

Taf. 2 Fig. 14-15

- \*1874 *Otodus striatus* WINKLER: 8, Taf. 1 Fig. 7-9.  
 . 1901 *Odontaspis elegans*, - EASTMAN: 104, Taf. 14 Fig. 2-3 (Reprint 1979)  
 1931 *Odontaspis macrotia* praemut. *striata*, - WHITE: 58-62, Abb. 4-74.  
 1942 *Odontaspis macrotia* praemut. *striata*, - WHITE: 18-62, Taf. 2 Fig. 6.  
 1942 *Odontaspis macrotia* praemut. *striata* var. *semistriata* LERICHE: 13, Taf. 1 Fig. 6-8.  
 ?1942 *Odontaspis exilis* LERICHE: 14, Taf. 1 Fig. 9-10.  
 1958 *Odontaspis (Synodontaspis) striata*, - CASIER: 63.  
 1990 *Eugomphodus striatus striatus*, - KRUCKOW & THIES: 34.  
 1990 *Eugomphodus striatus semistriatus*, - KRUCKOW & THIES: 34.  
 ?1990 *Eugomphodus striatus exilis*, - KRUCKOW & THIES: 35 (dort weitere Synonymie).

Material: Eigenes Material von Virginia (Bull Bluff am Potomac River, Aquia Formation).

Diskussion: Die Art ist sicher häufig mit anderen Odontaspidae verwechselt worden. Typisches Material fand sich in der Aquia Formation. Die Nennungen aus dem Unterpaleozän von Texas (*semistriatus* und *exilis*) sind vielleicht auch auf *S. whitei* (ARAMBOURG, 1952) aus dem nordafrikanischen Paleozän zu beziehen. Dies bedarf jedoch einer Nachprüfung am Material.

Vorkommen: Nach eigenen Beobachtungen in der Aquia Formation (Paspotansa Member) von Virginia. Nach Literatur Paleozän von Trinidad und Unterpaleozän von Texas.

**Striatolamia sp.**

Taf. 2 Fig. 16

Material: 3 Zähne und einige Fragmente P25.

Diskussion: Die durchweg leider nicht vollständig erhaltenen Zähne bleiben wesentlich kleiner und schlanker als die der beiden vorstehend behandelten Arten, besitzen aber eine kräftige Striation auf der Labialseite der Krone vom *Striatolamia*-Typus, stärker als die bei dem in der Größe vergleichbaren, mitteleozänen *Carcharias teretidens* (WHITE, 1931). Morphologisch am nächsten steht *Striatolamia whitei* (ARAMBOURG, 1952) aus dem Paleozän Nordafrikas.

Vorkommen: Basis der Piney Point Formation (?umgelagert aus Nanjemoy Formation) von Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Familia Mitsukurinidae J ORDAN, 1898**

Genus *Anomotodon* ARAMBOURG, 1952.

Typus-Art: *Anomotodon plicatus* ARAMBOURG, 1952.

**Anomotodon cravenensis CASE, 1980**

- \*1980 *Anomotodon cravenensis* CASE: 83, Abb. 4, Taf. 3 Fig. 6-9, Taf. 4 Fig. 1-3.  
 1990 *Anomotodon cravenensis*, - KRUCKOW & THIES: 38.

Diskussion: Die Art entstammt der von

CASE (1980) Mischfauna mit paläogenen und neogenen Elementen. Im horizontierten Material aus dem Haywood Landing Member der Belgrade Fm. nicht vertreten, daher vermutlich aus stratigraphisch tieferem Bereich.

Vorkommen: North Carolina (White Oak River-Sektion), "Trend Marl" (Horizont unsicher, vermutlich tieferes Oligozän oder Eozän)

**Anomotodon novus (WINKLER, 1874)**

Taf. 2 Fig. 18-19

- \*1874 *Oxyrhina nova* WINKLER: 22, Taf. 2 Fig. 8, Extrait 1874: 7, Taf. 1 Fig. 8.  
 1902 *Oxyrhina nova*, - LERICHE: 34, Taf. 1 Fig. 45-48.  
 1905 *Oxyrhina nova*, - LERICHE: 127, Taf. 7.  
 1942 *Oxyrhina nova*, - LERICHE: 24, Taf. 2 Fig. 14.  
 1990 *Isurus novus*, - KRUCKOW & THIES: 43.

Material: 6 Zähne: P17(1), P18(2), P21(3), P29(1).

Vorkommen: Aquia Formation und Nanjemoy Formation von Virginia, nach Literatur Oberpaläozän bis Untereozän von Maryland.

**Familia Otodontidae G LÜCKMANN, 1964**

Genus *Carcharocles* JORDAN & HANNIBAL, 1923.

Typus-Art: *Carcharodon auriculatus* BLAINVILLE, 1818.

**Carcharocles angustidens (AGASSIZ, 1843)**

Taf. 4 Fig. 7,9,11-13

- \*1843 *Carcharodon angustidens* AGASSIZ: 255, Taf. 28 Fig. 20-25.  
 ?1847 *Carcharodon lanciformis* GIBBES: 267.  
 ?1847 *Carcharodon lanciformis*, - GIBBES: 147, Taf. 21 Fig. 46, ?47-51.  
 1910 *Carcharodon angustidens*, - LERICHE: 289, Taf. 17. (sehr ausführliche Behandlung mit Synonymie älterer Arbeiten!).  
 1942 *Carcharodon angustidens*, - LERICHE: 78.  
 ?1942 *Carcharodon lanciformis*, - LERICHE: 78.  
 ?1956 *Carcharodon angustidens*, - WHITE: 127.  
 . 1980 *Procarcharodon auriculatus*, - CASE: 81-82, Taf. 2 Fig. 1-3.  
 1981 *Procarcharodon auriculatus*, - CASE: 56, Taf. 1 Fig. 3-4, Taf. 2 Fig. 1-2.  
 1990 *Carcharodon angustidens*, - KRUCKOW & THIES: 40.

Material: Horizontiertes Material aus Oberoligozän (Old Church Fm.) von Virginia (Bottoms Bridge) und tiefstem Untermiozän (Belgrade Fm., Haywood Landing Mbr.) von North Carolina (ilverdale).

Diskussion: Die von CASE (1980 und 1981) als *Procarcharodon auriculatus* beschriebenen Zähne sind typische *C. angustidens*. Das Material aus der Mischfauna des "Trend Marl" stammt sicher aus der oligozänen River Bend Formation. Weitere Bemerkungen folgen bei *C. megalodon*.

Vorkommen: Obereozän bis tiefstes Mittelmiozän der Central Atlantic Coastal Plains (Maryland bis North Carolina).

**Carcharocles megalodon (AGASSIZ, 1843)**

Taf. 4 Fig. 8, 10

- \*1843 *Carcharodon megalodon* AGASSIZ: 247, Taf. 29.
- 1904 *Carcharias incidens* EASTMAN: Taf. 32 Fig. 8 (Reprint 1987).
- 1926 *Carcharodon megalodon*, - LERICHE: 412, Taf. 35, Taf. 36 Fig. 187-191 (dort ausführliche Synonymie).
- \*1928 *Carcharodon praemegalodon* WEILER: 106-110.
- 1938 *Carcharodon megalodon*, - LERICHE: 8, 29, 31, 32, 34, 35, Taf. 2 Fig. 1-5, Taf. 3 Fig. 5-6.
- 1942 *Carcharodon megalodon*, - LERICHE: 74, Taf. 6 Fig. 1.
- 1943 *Carcharodon praemegalodon*, - WEILER: 79, Abb. 12.
- 1958 *Carcharodon megalodon*, - KRUCKOW: 82, 84.
- 1958 *Carcharodon megalodon*, - CASIER: 70, Taf. 3 Fig. 10.
- 1959 *Carcharodon megalodon*, - KRUCKOW: 141.
- 1970 *Procarcharodon megalodon*, - CAPPETTA: 26, Taf. 6 Fig. 2 (dort ausführliche Synonymie).
- 1990 *Procarcharodon megalodon*, - KRUCKOW & THIES: 41.

**Diskussion:** Die vorhandenen Zähne und in US-Sammlungen eingesehenes Material lassen sehr schön die Entwicklung vom *angustidens*- zum echten *megalodon*-Typus erkennen. Gleichzeitig werden die Schwierigkeiten der Artabgrenzung innerhalb der oberoligozänen bis untermiozänen Populationen sehr deutlich. Der *angustidens*-Typ wird von mittelgroßen, recht massiven Zähnen mit relativ schlanken Hauptspitzen repräsentiert, wie sie auch von LERICHE (1910) sehr gut abgebildet wurden (Rupelium von Belgien). In den oberoligozänen (Old Church Fm.) und untermiozänen (Belgrade Fm.) Populationen finden sich breitere und flacherer Zähne (vor allem Oberkiefer!), deren Nebenzähnen schon etwas mehr rudimentär wirken. Mit der völligen Reduktion der Nebenspitzen und der weiteren Vergrößerung der Zähne findet der Übergang zu *megalodon* statt, der sich bis zur Calvert Fm. hinzieht. Bei Zähnen juveniler *megalodon*-Individuen sind zuweilen noch flache Nebenspitzen angedeutet (vor allem bei posterolateralen Zähnen des Oberkiefers). *C. angustidens* kann vom obereozänen *C. sokolowi* abgeleitet werden.

Typische *angustidens*-Zähne kennt man in Europa aus dem gesamten Oligozän. Bereits im höheren Mitteloligozän kommen breitere Zähne vor (MÜLLER, 1983), die noch rudimentäre Nebenspitzen besitzen. Sie wurden teilweise der von WEILER (1928) aufgestellten Art *praemegalodon* zugerechnet. Diese Art basiert auf Zähnen, die irrtümlich für aus dem Unteroligozän des Mainzer Beksens stammend gehalten wurden. Von der HOCHT (pers. Mitt.) konnte jedoch nach anhaftenden Foraminiferen nachweisen, daß das Typusmaterial aus dem mediterranen Neogen stammt. Es fällt nach dem reichen amerikanischen Material in die Variationsbreite von *megalodon*. In der Calvert Formation koexistieren Formen vom *angustidens*- und *megalodon*-Typus, vermutlich auch noch in der Choptank Formation (nach unhorizontierten Funden an den Kliffs). In der St. Marys und Eastover Fm. schließlich wurden ausschließlich typische

*megalodon*-Zähne nachgewiesen. Die Nebenspitzen tragenden, etwas breiteren und größeren Zähne als die typischen *angustidens*-Zähne, werden von vielen Autoren *C. megalodon* als Unterart *chubutensis* AMEGHINO (1906) zugerechnet.

Der sukzessive Übergang erschwert teilweise die Bestimmung der Zähne, da auch solche mit intermediärem Charakter auftreten. So ist der Status von *C. turgidus* (AGASSIZ) (Oligozän) und *C. megalodon chubutensis* (AMEGHINO) (Neogen) umstritten. Ersterer ist doch eng mit *angustidens* verbunden, letzterer vielleicht nur ein Aspekt von *megalodon* mit rudimentären Nebenzähnen. Ich bevorzuge für das vorliegende amerikanische Material aus dem Oberoligozän bis Unteroligozän eine etwas weitere Interpretation von *angustidens*.

**Vorkommen:** Nach eigenen Beobachtungen kommen typische *megalodon*-Zähne ab Beginn Calvert Fm. vor. In Calvert/Pungo River Fm. koexistiert die Art mit späten Formen des *angustidens*-Typus, vielleicht auch noch in der Choptank Fm., aber hier nicht durch horizontiertes Material belegt. In der St. Marys Fm. (also ab höchstem Mitteloligozän) ist nur noch der typische *megalodon* vertreten (horizontiert gefunden am Horsehead Cliff bei Solomons/Maryland). Zahlreiche Nennungen aus dem Miozän der Atlantic Coastal Plains und der Karibik (siehe KRUCKOW & THIES, 1990).

**Carcharocles sokolowi (JAEKEL, 1895)**

- \*1895 *Carcharodon sokolowi* JAEKEL: 8, 25, Taf. 1 Fig. 1-5.
- 1942 *Carcharodon angustidens* premut. cf. *sokolowi*, - LERICHE: 46, Taf. 3 Fig. 1-5.
- 1990 *Procarcharodon angustidens* cf. *sokolowi*, - KRUCKOW & THIES: 40-41.

**Diskussion:** siehe unter *C. megalodon*.

**Vorkommen:** Nach Literatur Eozän von South Carolina und Obereozän von Mississippi.

Genus *Parotodus* CAPPETTA, 1980

Typus-Art: *Isurus benedeni* LE HON, 1871

**Parotodus benedeni (LE HON, 1871)**

- \*1871 *Oxyrhina benedeni* LE HON: 6, Abb.
- 1926 *Oxyrhina benedeni*, - LERICHE: 397, Abb. 179-181.
- 1969 *Isurus benedeni*, - MENESINI: 21, Taf. 3 Fig. 8-11.
- 1971 *Isurus benedeni*, - MENESINI: 134, Taf. 1 Fig. 10-17.
- 1987 *Parotodus benedeni*, - CAPPETTA: 104-105.

**Vorkommen:** North Carolina (Lee Creek Mine), Unterpliozän (Yorktown Fm., Rushmere Mbr.), möglicherweise auch (teilweise) umgelagert aus Pungo River Fm. (Mittelmiozän).

Genus *Otodus* AGASSIZ, 1843

Typus-Art: *Otodus obliquus* AGASSIZ, 1843

**Otodus obliquus AGASSIZ, 1843**

- \*1843 *Otodus obliquus* AGASSIZ: 267, Taf. 31, Taf. 36 Fig. 22, 23, 25, (?Fig. 24, 26, non Fig. 27).  
 1901 *Otodus obliquus*, - EASTMAN: 106-107, Taf. 15 Fig. 1-4.  
 1942 *Lamna obliqua*, - LERICHE: 31, Taf. 2 Fig. 15-18 (mit ausführlicher Synonymie).  
 1942 *Lamna mediavia* LERICHE: 14, 19, Taf. 1 Fig. 12-19, Taf. 2 Fig. 2-5.  
 1977 *Otodus obliquus*, - HERMAN: 225-228, Taf. 9 Fig. 8 (mit ausführlicher Synonymie).  
 1990 *Otodus obliquus*, - KRUCKOW & THIES: 42.  
 1990 *Lamna mediavia*, - KRUCKOW & THIES: 45.

Vorkommen: Eozän von New Jersey, Nanjemoy Fm. von Maryland und Virginia, Miozän von Mexiko.

**Familia Lamnidae M ÜLLER & HENLE, 1838**

Genus *Carcharodon* SMITH, 1838

Typus-Art: *Squalus carcharias* LINNAEUS, 1758

**Carcharodon carcharias (LINNAEUS, 1758)**

- \*1758 *Squalus carcharias* LINNAEUS, I: 235.  
 1926 *Carcharodon Rondeleti*, - LERICHE: 422, Taf. 33 und 34 (dort ausf. Synonymie der älteren Literatur).  
 1938 *Carcharodon Rondeleti*, - LERICHE: 33, 34.  
 1942 *Carcharodon Rondeleti*, - LERICHE: 77, Taf. 6 Fig. 2-5.  
 1958 *Carcharodon carcharias*, - KRUCKOW: 82.  
 1984 *Carcharodon carcharias*, - COMPAGNO: 238-241, 2 Abb.  
 1990 *Carcharodon carcharias*, - KRUCKOW & THIES: 42-43.

Vorkommen: Obermiozän von North Carolina, Miozän von South Carolina, Florida und Cuba, Mittelmiozän von Mexico (Baja California) und Panama. Die stratigraphischen Angaben aus den USA müssen wohl teilweise korrigiert werden in Pliozän (Yorktown Fm.). Teile der Yorktown Fm. wurden noch vor wenigen Jahren von vielen Autoren für Obermiozän gehalten (z.B. "Virginia St. Marys Beds"). Die Meldungen aus dem Miozän der Karibik bedürfen der stratigraphischen Überprüfung. Nach CAPPETTA (1987: 95) ist die Art wirklich häufig und gut belegt ab Pliozän.

Genus *Carcharoides* AMEGHINO, 1901

Typus-Art: *Carcharoides totuserratus* AMEGHINO, 1901

**Carcharoides catticus (PHILIPPI, 1846)**

Taf. 3 Fig. 9-12

- \*1846 *Otodus catticus* PHILIPPI: 24, Taf. 2 Fig. 5-7.  
 1958 *Lamna cattica*, - KRUCKOW: 81.  
 1970 *Lamna cattica*, - CAPPETTA: 23, Taf. 2 Fig. 18-19, Taf. 4 Fig. 1-9 (dort sehr ausf. Synonymie).  
 1990 *Lamna cattica*, - KRUCKOW & THIES: 45-46.

Material: 2 Zähne aus dem Oberoligozän (Old Church Fm., P35) von Virginia (Bottoms Bridge) und 4 Zähne aus der Pungo River Fm. von North Carolina (Lee Creek Mine, hier z.T. umgelagert in basale Yorktown Fm.).

Diskussion: Die Zähne stimmen völlig mit

Material aus dem Oligozän Deutschlands überein. In Europa läßt sich die Art bis in das höhere Miozän verfolgen. *Carcharoides* ist eine antetropische Gattung und wird im Miozän der Südhemisphäre von der Art *C. totuserratus* (AMEGHINO) vertreten. Diese Zähne sind leicht an der deutlichen Serrulation der Schneideränder zu erkennen.

Vorkommen: Oberoligozän und Mittelmiozän von Virginia, Miozän von Florida und Mittelmiozän von Mexico (Baja California).

Genus *Isurus* RAFINESQUE, 1810

Typus-Art: *Isurus oxyrinchus* RAFINESQUE, 1810

**Isurus desori (SISMONDA, 1849)**

Taf. 3 Fig. 14-20

- n.v.\*1849 *Isurus desori* SISMONDA: 44, Taf. 2 Fig. 7-16.  
 1910 *Oxyrhina Desori*, - LERICHE: 275, Taf. 16 Fig. 16-31 (dort ausführl. Synonymie).  
 1926 *Oxyrhina Desori*, - LERICHE: 397.  
 ?1938 *Oxyrhina Desori*, - LERICHE: 5, Taf. 1 Fig. 15.  
 1938 *Oxyrhina Desori*, - LERICHE: 32, 34.  
 1942 *Oxyrhina Desori*, - LERICHE: 69.  
 1958 *Oxyrhina desori*, - CASIER: 38.  
 1970 *Isurus desori*, - CAPPETTA: 19, Taf. 2 Fig. 17 (dort ausführl. Synonymie).  
 1990 *Isurus desori*, - KRUCKOW & THIES: 43-44.

Material: 7 Zähne: P35(2), P58(4) und P39(1).

Vorkommen: Nach eigenen Beobachtungen Old Church Fm. und Calvert Fm. von Virginia. Ausgewaschene (unhorizontierte) Zähne an den Cliffs von Maryland und Virginia überall dort, wo Calvert Fm. und Choptank Fm. ausstreichen. Nach Literatur South Carolina (?Miozän), Cuba (Miozän), Barbados (Untermiozän), Bonaire (Miozän und Venezuela (Mittel- und Oberoligozän)).

**Isurus hastalis (AGASSIZ, 1843)**

Taf. 4 Fig. 1-4

- \*1843 *Oxyrhina hastalis* AGASSIZ: 277, Taf. 34 Fig. 3-11, 15-17; Taf. 37 Fig. A.  
 1926 *Oxyrhina hastalis*, - LERICHE: 399, Taf. 31 u. Taf. 32 (dort ausführl. Synonymie).  
 1938 *Oxyrhina hastalis*, - LERICHE: 32, 34.  
 1942 *Oxyrhina hastalis*, - LERICHE: 69, Taf. 5 Fig. 11-20.  
 1958 *Oxyrhina hastalis*, - KRUCKOW: 81.  
 1958 *Oxyrhina hastalis*, - CASIER: 37.  
 1970 *Isurus hastalis*, - CAPPETTA: 18, Taf. 5 Fig. 1-13 (dort ausführl. Synonymie).  
 1990 *Isurus hastalis*, - KRUCKOW & THIES: 44.

Vorkommen: Nach eigenen Beobachtungen ab Mittelmiozän (Calvert Formation) bis Obermiozän (Eastover Fm.) von Maryland und Virginia. Nach Literatur Unter/Mittelmiozän von Maryland und Virginia, undifferenziertes Miozän von New Jersey, North und South Carolina, Florida und Cuba, Mittelmiozän von Mexico (Baja California) und Untermiozän von Barbados.

***Isurus praecursor* (LERICHE, 1905)**

Taf. 3 Fig. 13

- \*1905 *Oxyrhina praecursor* LERICHE: 12, Taf. 12 Fig. 1.  
 1942 *Oxyrhina praecursor* var. *americana* LERICHE:  
 45, Taf. 3 Fig. 6-13.  
 1958 *Oxyrhina praecursor* var. *americana*, - CASIER:  
 65, Taf. 3 Fig. 6.  
 1980 *Isurus oxyrhinchus*, - CASE: 82, 99, Taf. 2 Fig. 4-  
 8.  
 1981 *Isurus oxyrhinchus*, - CASE: 57, Taf. 2 Fig. 3-5.  
 1990 *Isurus oxyrhinchus*- KRUCKOW & THIES: 45

Material: 1 Zahn P32 (Pamunkey River, Piney Point Fm.).

Diskussion: Der Zahn stimmt völlig mit vergleichbarem Material aus dem Eozän von Belgien überein (Posterolaterallzahn Oberkiefer).

Vorkommen: Virginia (Pamunkey River-Sektion), Mitteleozän (Piney Point Fm.). Nach Literatur Eozän von South Carolina, Obereozän von Alabama, Mississippi und Trinidad.

***Isurus retroflexus* (AGASSIZ, 1843)**

Taf. 3 Fig. 21-24

- \*1843 *Oxyrhina retroflexa* AGASSIZ, III: 281, Taf. 33 Fig. 10.  
 1844 *Oxyrhina quadrans* AGASSIZ, III: 281, Taf. 37 Fig. 1-2.  
 1926 *Isurus retroflexus*, - LERICHE: 409-411, Taf. 30.

Material: Zahlreiche Zähne aus Calvert, Choptank und Pungo River Formation. Häufig an den Calvert Cliffs zu finden.

Diskussion: *Isurus retroflexus* vom höchsten Untermiozän bis zum Mittelmiozän verbreitet, wird aber merkwürdigerweise in der Literatur nicht genannt. Vermutlich sind die Zähne als *I. hastalis* angesprochen worden. Typische *hastalis*-Zähne sind jedoch deutlich flacher, vor allem die lateralen des Oberkiefers. In der Pungo River Formation ist *retroflexus* wesentlich häufiger als *hastalis*.

Vorkommen: Calvert Fm., Choptank Fm. und Pungo River Fm.

Genus *Xiphodolamia* LEIDY, 1877

Typus-Art: *Xiphodolamia ensis* LEIDY, 1877

Syn.: *Xenodolamia* LEIDY, 1877

***Xiphodolamia ensis* LEIDY, 1877**

- \*1877 *Xiphodolamia ensis* LEIDY:  
 1877 *Xenodolamia pravus* LEIDY: 251, Taf. 34 Fig. 33 (non Fig. 34).  
 1877 *Xenodolamia simplex* LEIDY: 251, Taf. 34 Fig. 35-36.  
 1942 *Xenodolamia pravus*, - LERICHE: 79.  
 1942 *Xenodolamia simplex*, - LERICHE: 79.  
 1990 *Xenodolamia pravus*, - KRUCKOW & THIES: 27.

Vorkommen: Eozän von South Carolina.

**Familia Cretoxyrhinidae G LÜCKMANN, 1958**

Genus *Cretolamna* GLÜCKMANN, 1958

Typus-Art: *Lamna appendiculata* AGASSIZ, 1843

***Cretolamna twiggsensis* (CASE, 1981)**

- \*1981 *Lamna twiggsensis* CASE: 58, Abb. 3, Taf. 3 Fig. 4-8.  
 1990 *Cretolamna twiggsensis* CASE & CAPPETTA: 9-10, Taf. 3 Fig. 40-55 (dort weitere Synonymie).  
 1990 *Lamna twiggsensis*, - KRUCKOW & THIES: 45.

Diskussion: Die Art ist die stratigraphisch jüngste bisher nachgewiesene aus dem umfangreichen *Cretolamna*-Komplex, der seit der "Mittelkreide" bekannt ist.

Vorkommen: Obereozän von Georgia.

***Cretolamna* sp.**

Taf. 3 Fig. 6-8

Material: 3 Zähne von Bull Bluff am Potomac (Virginia).

Diskussion: Die Zähne gehören zweifellos zu einer *Cretolamna*-Art, lassen sich aufgrund morphologischer Differenzen aber nicht *C. twiggsensis* anschließen. Ähnlicher sind die als *Lamna lerichei* CASIER, 1946 beschriebenen Zähne aus dem belgischen Eozän. Da von den nordafrikanischen eozänen Arten (der Komplex ist revisionsbedürftig) kein vernünftiges Vergleichsmaterial vorliegt, unterbleibt eine Benennung der Zähne.

Vorkommen: Oberpaleozän (Aquia Formation) von Virginia.

**Familia Alopiidae B ONAPARTE, 1838**

Genus *Alopias* RAFINESQUE, 1810.

Typus-Art: *Squalus vulpinus* BONNATERRE, 1788.

***Alopias alabamensis* WHITE, 1956**

- \*1956 *Alopias latidens alabamensis* WHITE: 132, Abb. 28-32, Taf. 11 Fig. 5-6.  
 ?1990 *Alopias* cf. *alabamensis* CASE & CAPPETTA: 10, Taf. 3 Fig. 56-63.  
 1990 *Alopias latidens alabamensis*, - KRUCKOW & THIES: 39.

Diskussion: CASE & CAPPETTA (1990) sehen die Art trotz der konfuseen Verhältnisse in WHITES Arbeit als valid an. Sie kommt vermutlich auch im Eozän Nordafrikas vor.

Vorkommen: Obereozän von Alabama.

***Alopias exigua* (PROBST, 1879)**

Taf. 9 Fig. 14

- 1910 *Alopias exigua*, - LERICHE: 285, Taf. 19 Fig. 1-13 (mit ausführlicher Synonymie).  
 1926 *Alopias exigua*, - LERICHE: 411 (mit weiterer Synonymie).  
 1958 *Alopias acutidens* CASIER: 39, Taf. 1 Fig. 20.  
 1966 *Alopias acutidens*, - CASIER: 502.  
 1980 *Alopias superciliosus*, - CASE: 83, 99, Taf. 3 Fig. 1-5.  
 1990 *Alopias superciliosus*, - KRUCKOW & THIES: 39-40 (partim?).

Material: 4 Zähne (P49 North Carolina, Silverdale), Belgrade Fm. (Haywood Landing Mbr.); North Carolina (Belgrade), P54(5) Duplin Fm. (umgelagert); 1 (P73, Pamunkey River, Virginia), Basis Calvert Fm.

Diskussion: Eigenes Material belegt das Vorkommen im Untermiozän. Damit kann davon ausgegangen werden, daß das von CASE beschriebene Material der eozän-miozänen Mischfauna tatsächlich aus dem Untermiozän stammt.

Von CAPPETTA (1987: 106) wird *A. acutidens* der rezenten Art *A. superciliosus* zugerechnet. Ich halte *A. acutidens* aber eher als ein Synonym von *A. exigua*.

Vorkommen: North Carolina (White Oak River-Sektion), Belgrade Formation (Haywood Landing Member und umgelagert in Duplin Fm.); Virginia (Calvert Fm.).

#### ***Alopias* aff. *exigua* (PROBST, 1879)**

Taf. 9 Fig. 10-13

Material: 8 Zähne: 6 P35, 2 P36 (Bottoms Bridge).

Diskussion: Die Zähne aus der Old Church Formation sind etwas kleiner und besitzen teilweise noch rudimentäre Nebenspitzen, weshalb sie der Nominalart vorläufig nur unter Vorbehalt zugeordnet werden.

Vorkommen: Old Church Fm., Virginia (Pamunkey River-Sektion).

#### ***Alopias latidens* (LERICHE, 1909)**

Taf. 9 Fig. 15-17

\*1909 *Alopias latidens* LERICHE:

1942 *Alopias grandis* LERICHE: 73, Taf. 5 Fig. 21-22.

?1956 *Alopias latidens carolinensis* WHITE: 133, Abb. 7-38, Taf. 11 Fig. 8.

1958 *Alopias grandis*, - CASIER: 38, Taf. 1 Fig. 19.

?1966 *Alopias grandis*, - CASIER: 502.

1990 *Alopias latidens carolinensis*, - KRUCKOW & THIES: 39.

Material: 5 Zähne: P35(1), P39(1) Bottoms Bridge, P71(1) (Calvert Cliffs), 2 Lee Creek Mine (Pungo River Formation).

Diskussion: Die von WHITE als *A. latidens carolinensis* beschriebenen Zähne (unhorizontiert, "Phosphate Beds" von South Carolina - das kann Eozän bis Altpleistozän sein - inclusive diverser Umlagerungen!) entsprechen dem Typus *latidens* und werden mit Vorbehalt hierher gestellt. *A. grandis* (LERICHE, 1942) kann mit grösserer Sicherheit zugeordnet werden. Die Zähne kommen denen des rezenten *A. vulpinus* (BONNATERRE, 1788) schon recht nahe. Die Zähne des rezenten *A. pelagicus* NAKAMURA, 1945 zeigen im Oberkiefer eine Dentikulation der distalen Kronenbasis.

Vorkommen: Calvert Fm. von Maryland und Virginia, Pungo River Fm. von North Carolina (eigene Beobachtungen). Nach Literatur Miozän von South Carolina und Florida, Untermiozän von Maryland und Barbados.

Genus *Cetorhinus* BLAINVILLE, 1816.

Typus-Art: *Squalus maximus* GUNNERUS, 1765.

#### ***Cetorhinus parvus* LERICHE, 1908**

Taf. 1 Fig. 14-15

\*1908 *Cetorhinus parvus* LERICHE: 878.

1910 *Cetorhinus parvus*, - LERICHE: 294, Abb. 91-94.

Material: 4 Branchiospinae (P35).

Diskussion: Die Branchiospinae lassen sich gut mit oligozänen Funden aus Europa vergleichen. Von den Branchiospinae der jünger neogenen bis rezenten Art *C. maximus* (GUNNERUS, 1765) unterscheiden sie sich durch das kurze basale Plättchen, mit dem die Reusendornen im Kiemenapparat ansitzen. Die dicht sitzenden Branchiospinae bilden einen Planktonfilter. Nach neueren Funden in Westeuropa (VAN DEN BOSCH, 1984) unterscheiden sich auch die sehr kleinen Zähne beider Arten deutlich und die Abgrenzung einer oligozän-frühneogenen Art erscheint abgesichert. Mit den Funden aus der Old Church Fm. ist die Gattung erstmalig im westatlantischen Tertiär nachgewiesen worden.

Vorkommen: Old Church Fm., Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### **Ordo Carcharhiniformes**

#### **Familia Scyliorhinidae GILL, 1862**

Genus *Scyliorhinus* BLAINVILLE, 1816.

Typus-Art: *Squalus canicula* LINNAEUS, 1758.

#### ***Scyliorhinus* aff. *distans* (PROBST, 1879)**

aff.\*1879 *Scyllium distans* PROBST: 170, Taf. 3 Fig. 23-26.

aff.1980 *Scyliorhinus distans*, - CASE: 85, 99, Taf. 5 Fig. 1-2.

aff.1981 *Scyliorhinus distans*, - CASE: 62, 99, Taf. 4 Fig. 2 (non Taf. 4 Fig. 3 = ??).

aff.1981 *Scyliorhinus distans*, - KRUCKOW & THIES: 48.

Material: 2 Zähne aus der Duplin Formation von Belgrade (N. Carolina), präfossilisiert und poliert (vermutlich umgelagert aus unterliegender Belgrade Formation).

Diskussion: Die Zugehörigkeit des westatlantischen Materials zu der ostatlantischen Art bedarf der Überprüfung. Mein Material aus der Duplin Formation ist hierfür nicht geeignet.

Vorkommen: N. Carolina, "Trend Marl" (genaue stratigraphische Position unsicher, vermutlich Belgrade Formation).

#### ***Scyliorhinus* sp. 1**

Material: 3 Zähne (P17).

Diskussion: Der einzige Zahn ist etwas abgerollt und ermöglicht lediglich eine generische Bestimmung. Damit kann *Scyliorhinus* erstmalig für die Aquia Formation belegt werden.

Vorkommen: Aquia Fm. (Paspatansa Mbr.), Virginia (Potomac River).

**Scyliorhinus sp. 2**

Material: 1 Zahn (P35).

**Beschreibung:** Die Wurzel des Zahne ist stärker korrodiert und auch die Krone ist etwas angeätzt. Der Zahn besitzt eine schlanke, nach lingual gebogene und etwas nach mesial geneigte Hauptspitze, flankiert von einem Paar hoher Nebenspitzen. Eine basale Schmelzstreifung ist weder auf der Lingual- noch auf der Labialseite erhalten.

**Diskussion:** Der Zahn ähnelt den als *S. distans* beschriebenen Zähnen aus der Belgrade Formation, läßt sich aber aufgrund der mäßigen Erhaltung nicht mehr sicher bestimmen.

**Vorkommen:** Old Church Fm., Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Scyliorhinus sp. 3**

Material: 1 Zahn (P25).

**Diskussion:** Auch dieser Zahn ist nicht artlich zu bestimmen, belegt aber das Vorkommen der Gattung in der Piney Point Formation.

**Vorkommen:** Piney Point Fm., Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Familia Triakidae G RAY, 1851**

Genus *Galeorhinus* BLAINVILLE, 1816.

Typus-Art: *Squalus galeus* LINNAEUS, 1758.

**Galeorhinus minor (AGASSIZ, 1843)**

Abb. 18/5-6

?1980 *Galeorhinus galeus*, - CASE: 92, Taf. 7 Fig. 6.

?1981 *Galeorhinus galeus*, - CASE: 65, Taf. 6 Fig. 9.

Material: 5 Zähne P25(2), P41(1), P42(2).

**Beschreibung:** Der in Abb. 18/6 abgebildete anteriore Zahn aus dem Unterkiefer ist sehr gut erhalten. Die REM-Technik offeriert mehr morphologische Details in der Abbildung als die gezeichneten übrigen Zähne. Er besitzt eine ziemlich regulär dreieckige Krone mit deutlich abgesetzter, nach distal gerichteter Hauptspitze. Von der Hauptspitze verläuft der scharfe, glatte mesiale Schneiderand schwach konvex nach vorn und endet über dem mesialen Ende der Wurzel. Der distale Schneiderand ist grob gezähnt, und die Zacken nehmen zum distalen Ende der Krone hin allmählich an Größe ab.

Die beiden Loben der Wurzel bilden einen stumpfen Winkel und sind etwa gleich lang. Ihre Basalfläche ist schräg nach innen gedreht und flach, der distale Bereich etwas umfangreicher als der mesiale Teil. Beide Bereiche trennt die kräftige, scharf abgesetzte mediane Nährfurche, an deren Top das zentrale Foramen sitzt. Die Lingualfläche bleibt sehr niedrig und bildet nur einen schmalen Streifen unterhalb der Kronenbasis. Labial bildet die Krone einen deutlichen Überhang und reicht weit nach unten. Die Labialfläche reduziert sich da-

**Abb. 18**

Abb. 18/1-4: *Physogaleus latecuspidatus* n sp.

1a-c: anteriorer Zahn Nr. S6(P27), Holotypus, a: lingual, b: labial, d: mesial; 2a-b: parasymphysealer Zahn Nr. S7(P27), Paratypus, a: lingual, b: labial; 3: posteriorer Zahn Nr. S9(P27), Paratypus, lingual; 4a-b: anterolateraler Zahn Nr. S8(P27), Paratypus, a: lingual, b: labial; Nanjemoy Formation (Woodstock Member), Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 18/5-6: *Galeorhinus minor* (Agassiz, 1843)

5a-c: posterolateraler Zahn Nr. S10(P40), a: lingual, b: labial, c: mesial; 6a-b: parasymphysealer Zahn Nr. S11(P66), a: lingual, b: labial; Piney Point Formation (Bed A), Virginia (Pamunkey River Sektion)

Abb. 18/7-10: *Raja* sp. 1

7a-c: Zahn Nr. S20(P47), männliches Individuum, a: labial, b: lateral, c: basal; 8a-c: Zahn Nr. S21(P47), männliches Individuum, a: labial, b: lateral, c: basal; 9a-c: Zahn Nr. S22(P47), weibliches Individuum, a: labial, b: lateral, c: basal; 10a-c: Zahn Nr. S23(P47), weibliches Individuum, a: labial, b: lateral, c: basal; Ashley Formation, South Carolina (Edisto River, Givhans Ferry).

Abb. 18/11a-e: *Hypolophodon* sp.

Zahn Nr. S28 (P42), a: lingual, b: occlusal, c: labial, d: basal, e: lateral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 18/12-13: *Rhinobatos* aff. *bruxelliensis* (JAEKEL, 1894)

1a-d: Zahn Nr. S18(P42), a: labial, b: lateral, c: lingual, d: basal; 2a-b: Zahn Nr. S19(P42), a: lingual, b: lateral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 18/14-17: *Raja* sp. 2

Zähne Nr. S48-S51(P14), 14-16a-d: Zähne labial, lingual, basal und lateral, 17a-c: Zahn labial, basal und lateral; St. Marys Fm. (Little Cove Point Mbr.), Maryland (Solomons, Driftwood Beach).

Abb. 18/18-19: *Raja* sp. 5

Zähne Nr. S52-S53(P57), labial, lingual, basal und lateral; Yorktown Fm. (Rushmere Mbr.), N. Carolina (Lee Creek Mine).

**Fig. 18**

Fig. 18/1-4: *Physogaleus latecuspidatus* n sp.

1a-c: anterior tooth No. S6(P27), holotype, a: lingual, b: labial, d: mesial; 2a-b: parasymphyseal tooth No. S7(P27), paratype, a: lingual, b: labial; 3: posterior tooth No. S9(P27), paratype, lingual; 4a-b: anterolateral tooth No. S8(P27), paratype, a: lingual, b: labial; Nanjemoy Formation (Woodstock Member), Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 18/5-6: *Galeorhinus minor* (Agassiz, 1843)

5a-c: posterolateral tooth No. S10(P40), a: lingual, b: labial, c: mesial; 6a-b: parasymphyseal tooth No. S11(P66), a: lingual, b: labial; Piney Point Formation (Bed A), Virginia (Pamunkey River section)

Fig. 18/7-10: *Raja* sp. 1

7a-c: tooth No. S20(P47), male, a: labial, b: lateral, c: basal; 8a-c: tooth No. S21(P47), male, a: labial, b: lateral, c: basal; 9a-c: tooth No. S22(P47), female, a: labial, b: lateral, c: basal; 10a-c: tooth No. S23(P47), female, a: labial, b: lateral, c: basal; Ashley Formation, South Carolina (Edisto River, Givhans Ferry).

Fig. 18/11a-e: *Hypolophodon* sp.

tooth No. S28(P42), a: lingual, b: occlusal, c: labial, d: basal, e: lateral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 18/12-13: *Rhinobatos* aff. *bruxelliensis* (JAEKEL, 1894)

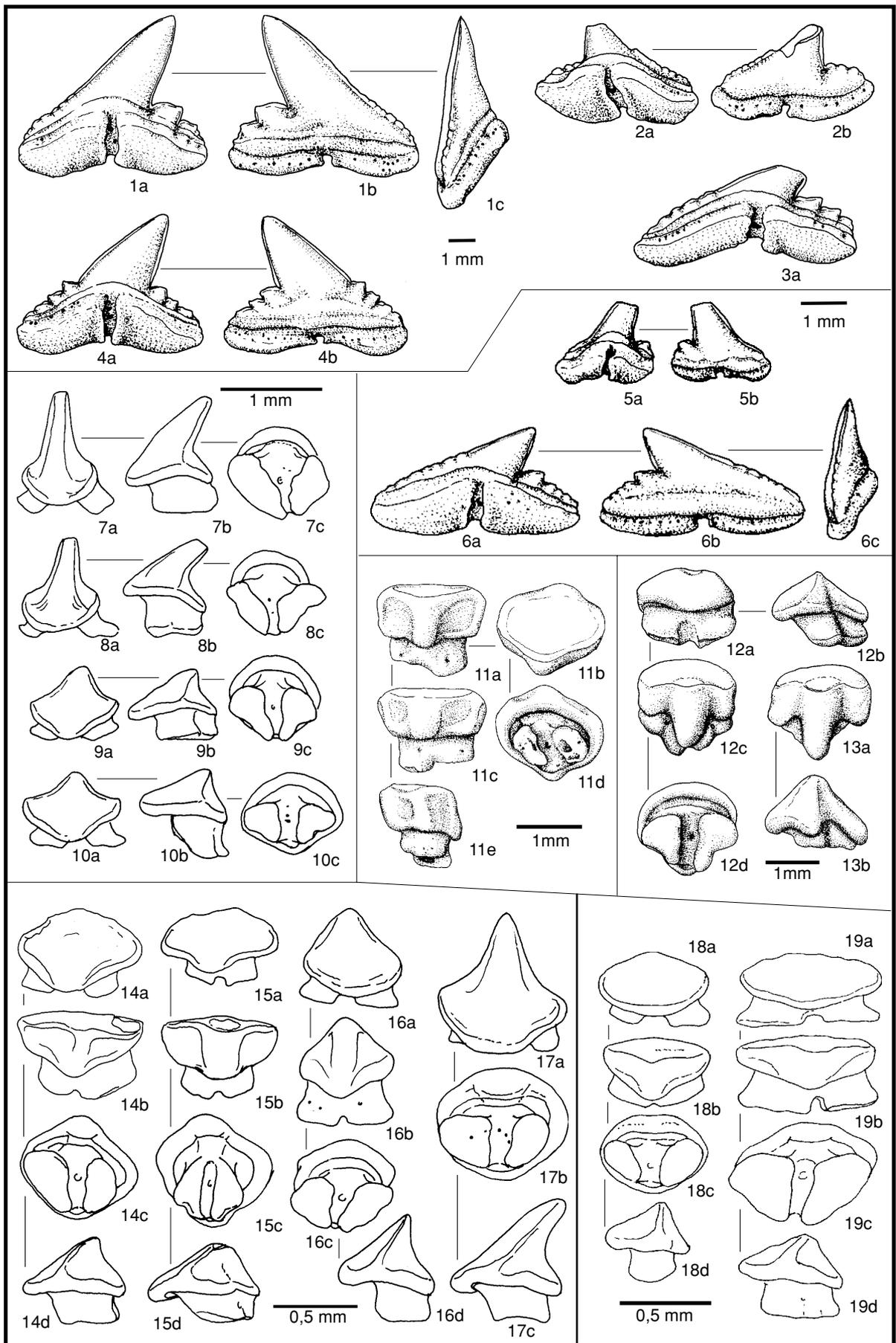
12a-d: tooth No. S18(P42), a: labial, b: lateral, c: lingual, d: basal; 13a-b: tooth No. S19(P42), a: lingual, b: lateral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 18/14-17: *Raja* sp. 2

Teeth No. S48-S51(P14), 14-16a-d: teeth labial, lingual, basal and lateral, 17a-c: tooth labial, basal and lateral; St. Marys Fm. (Little Cove Point Mbr.), Maryland (Solomons, Driftwood Beach).

Fig. 18/18-19: *Raja* sp. 5

Teeth No. S52-S53(P57), labial, lingual, basal and lateral; Yorktown Fm. (Rushmere Mbr.), N. Carolina (Lee Creek Mine).



durch ebenfalls nur auf ein schmales Band unterhalb der labialen Kronenbasis.

Die in Abb.19/5-6 abgebildeten Zähne unterschiedlicher Position in den Kiefern vervollständigen das Bild.

**Diskussion:** Die von CASE (1980 und 1981) abgebildeten Zähne (paläogen-untermiozäne Mischfauna aus dem "Trend Marl" von North Carolina und obereozäne Barnwell Formation von Georgia) könnten zum gleichen Taxon gehören. Leider sind diese Zähne nicht vollständig erhalten, was trotz der guten Abbildungen bei CASE keine sichere Identifikation erlaubt.

**Vorkommen:** Piney Point Fm., Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### ***Galeorhinus aff. galeus* (LINNAEUS, 1758)**

Taf. 5 Fig. 1

1988 *Galeorhinus galeus*, - J. HERMAN, M. HOVESTADT-EULER & D.C. HOVESTADT: 106, Taf. 13 (dort sehr gute SEM-Photos).

**Material:** 8 Zähne: P35(7), P14(1).

**Beschreibung:** Der in Taf. 5 Fig. 1 abgebildete, etwa 5mm lange anterolaterale Zahn aus dem Unterkiefer ist perfekt erhalten und zeigt alle morphologischen Details. Er ähnelt in der Gesamtform sehr dem eozänen Zahn (*G. lefevrei*) etwa gleicher Position im Kiefer, unterscheidet sich aber in einigen diagnostisch wichtigen Punkten von diesem. Die insgesamt etwas flachere Krone besitzt eine breiter dreieckige, längere Hauptspitze. Der mesiale Schneiderand ist annähernd gerade, im medianen Bereich sogar noch leicht konkav eingedellt. An der Basis des mesialen Schneiderandes befindet sich noch eine flache, breite Zacke. Am distalen Schneiderand ist die Zackung noch breiter als bei *G. lefevrei*, dafür sind nur vier Zacken zu erkennen. An der labialen Kronenbasis sind einige deutliche vertikale Schmelzfältchen vorhanden, die bei *G. lefevrei* fehlen und auch beim rezenten *G. galeus* kaum vorkommen. Wichtig ist der labial weiter nach unten reichende Schmelz bei *G. lefevrei*, der einen deutlichen Überhang bildet. Sehr ähnlich ist hingegen die Morphologie der Wurzel.

**Diskussion:** Die Zähne der *Galeorhinus*-Arten sind untereinander sehr ähnlich, und wenn nur wenig Material vorliegt, kann die Abgrenzung schwierig werden, da sie häufig nur auf sehr feinen morphologischen Differenzen basiert. Das Material aus der Old Church Formation und der St. Marys Formation kommt den Zähnen der rezenten Art *G. galeus* schon sehr nahe und wird mit Vorbehalt hier angeschlossen. Bei den Unterkieferzähnen von rezenten *G. galeus*-Gebissen ist die Konkavität des mesialen Schneiderandes noch etwas deutlicher ausgebildet.

**Vorkommen:** Old Church Fm., Virginia (Pamunkey River-Sektion); St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland.

### ***Galeorhinus lefevrei* (DAIMERIES, 1891)**

Taf. 5 Fig. 2

**Material:** 1 Zahn (P67), einige Fragmente.

**Diskussion:** Der komplette und gut erhaltene Zahn läßt eine sichere Identifikation zu. Typisch sind der labial weit herabreichende Schmelz der Krone, der einen deutlichen Überhang bildet, sowie die kurze Hauptspitze und die breite Denticulation des distalen Schneiderandes. *G. lefevrei* ist durch diese Merkmale nicht mit den Zähnen des (kleineren) *G. minor* zu verwechseln.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Genus *Mustelus* LINCK, 1790.

Typus-Art: *Squalus mustelus* LINNAEUS, 1758.

### ***Mustelus* sp. 1**

**Material:** 1 Zahn (P66).

**Beschreibung:** Der kleine Zahn ist perfekt erhalten, labiolingual stärker komprimiert und breit. Der Mesodistalgrat bildet eine stumpfe, niedrige Erhebung (Abnutzung) und ist deutlich nach distal verschoben. Er trennt die glatte, schräg nach vorn abfallende und leicht gewölbte Labialfläche von der steil nach unten führenden Lingualfläche. Die Lingualfläche bildet einen kurzen Pseudoapron, flankiert von den lateralen Depressionen. Auf der Oberfläche der labialen Kronenbasis befinden sich zahlreiche scharfe Schmelzfältchen. Vertikale, feinere und längere Schmelzfalten überziehen die Lingualfläche. Sie lösen sich basal in einem dichten, sehr feinen und irregulären Netzwerk von Grübchen und Leisten auf. In Lateralansicht bildet die Krone einen deutlichen labialen Kronenüberhang.

Der breite und tiefe, dabei etwas schräg zur labio-lingualen Achse orientierte Kanal teilt die Wurzel in zwei breite, etwas asymmetrische Loben und enthält ein zentrales Foramen. Weitere Poren befinden sich auf der Oberfläche der leicht gewölbten Basisfläche der Wurzelloben. Die Labialseite bleibt sehr niedrig und ist fast senkrecht orientiert. Auf ihrer Oberfläche liegen einige kleine lateroexterne Foramina. Auf der Lingualseite sind zwei Paar laterointerner Foramina vorhanden (in der Umgebung der lateralen Depressionen). Das innere Paar ist deutlich größer.

**Diskussion:** Der Zahn unterscheidet sich vor allem durch seine linguale Skulptur von den neogenen Zähnen der Gattung. Insgesamt sind die morphologischen Unterschiede bei Zähnen der Gattung *Mustelus* recht gering.

**Vorkommen:** Piney Point Fm., Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### ***Mustelus* sp. 2**

Abb. 17/1-4, Taf. 5 Fig. 3-6

Material: ca. 60 Zähne: P14(2), P10(1), P22(1), ca. 50 P57.

**Beschreibung:** Aus der Yorktown Fm. liegen zahlreiche Zähne vor, die die Charakteristik der Gebißstruktur erlauben. Die anterioren Zähne sind mesodistal komprimiert und deutlich höher als breit. Sie zeigen eine nahezu rhinobatide Morphologie und sind aus labialer Sicht etwa bilateral-symmetrisch. Auf der labialen Kronenbasis finden sich einige kurze Schmelzrippchen, auf der lingualen Seite häufig überhaupt keine oder nur undeutliche Spuren. Die anterolateralen Zähne verbreitern sich mesodistal deutlich, bleiben aber noch einigermaßen bilateral-symmetrisch aus labialer Sicht. Über dem Kronenrumpf erhebt sich eine breite, niedrige und gerundete Spitze. Auf der labialen und lingualen Kronenbasis sind zahlreiche feine Schmelzrippchen zu erkennen. In der Regel reichen sie lingual etwas weiter nach oben als labial. Die lateralen bis posterioren Zähne werden in Richtung Kommissur immer niedriger und relativ zur Höhe breiter. Gleichzeitig nimmt die Neigung der niedrigen Spitze in mesialer Richtung zu und die Zähne werden zunehmend asymmetrisch. Die linguale und labiale Skulptur der Kronenbasis ist in Relation zur Zahngröße etwas kräftiger ausgebildet als bei den anterioren bis anterolateralen Zähnen.

Die Wurzel zeigt das für die Gattung übliche Muster: Über die flache, nahezu ebene Basisfläche verläuft die streng labiolingual ausgerichtete, scharfe und ziemlich tiefe Nährfurche, die die beiden Loben trennt. Bei den anterioren bis anterolateralen Zähnen besitzen beide etwa gleichgroße Loben einen abgerundeten dreieckigen Umriss. An den posterolateralen bis posterioren Zähnen wird der distale Lobus etwas kürzer als der mesiale. In der Nährfurche liegen ein bis zwei größere Foramina. Auf der Lingualfläche, in den lateralen Depressionen neben der mediointernen Expansion ist ein Paar laterointerner Foramina lokalisiert. Bei mehr posterioren Zähnen kann mesial noch ein weiteres Foramen entwickelt sein. Auf der Labialseite ist keine reguläre Anordnung der Foramina zu erkennen.

**Diskussion:** Die Gattung *Mustelus* umfaßt nach heutiger Sicht (COMPAGNO, 1984) etwa 20 Arten, deren generische Position teilweise aber unterschiedlich interpretiert wird. Für den Nordwestatlantik werden *M. canis* (MITCHILL, 1815) und *Mustelus norrisi* SPRINGER, 1940 genannt, weitere Arten an den südamerikanischen Küsten. Ambiatlantische Arten sind nicht verzeichnet. Da die Zähne der westatlantischen Arten nicht ausreichend bekannt sind, wäre es im Moment unseriös, das neogene Material zu benennen. Die Gattung ist auch im Eozän und Neogen Europas verbreitet.

**Vorkommen:** St. Marys Fm. von Maryland, Eastover Fm. von Virginia, Yorktown Formation von N. Carolina.

Genus *Triakis* MÜLLER & HENLE, 1838.

Typus-Art: *Triakis scyllium* MÜLLER & HENLE, 1838.

### ***Triakis* sp.**

Material: 1 Zahn (P25).

**Beschreibung:** Es steht nur ein an der Wurzel korrodierter Zahn zur Verfügung, der sich aber noch generisch bestimmen läßt. Er ist labiolingual stark abgeflacht und besitzt eine breite, weit nach distal geneigte Spitze. Der mesiale Schneidrand verläuft sigmoidal geschwungen, mit einer konkaven Einbuchtung zwischen Hauptspitze und mesialem Kronenrumpf. Distal trennt ein scharfer Einschnitt die Spitze vom kurzen distalen Kronenabsatz. Die Lingualseite der Krone trägt feine Schmelzstreifen. Auf der Labialseite kommt diese Skulptur dagegen viel kräftiger und deutlicher zum Ausdruck.

**Diskussion:** Der Zahn stammt aus einer posterioren Position in den Kiefern, nach der breiten Hauptspitze zu urteilen vermutlich aus dem Oberkiefer. *Triakis*-Arten aus dem Tertiär der USA sind bisher noch nicht beschrieben worden.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### **Familia Carcharhinidae J. ORDAN & EVERMANN, 1896**

Genus *Abdounia* CAPPETTA, 1980.

Typus-Art: *Eugaleus beaugei* ARAMBOURG, 1935.

### ***Abdounia enniskilleni* (WHITE, 1956)**

Abb. 17/8-10, Taf. 5 Fig. 7-9

aff.\*1956 *Scyliorhinus enniskilleni* WHITE: 128, Abb. 1-19, Taf. 11 Fig. 1-9.

?1956 *Hypoprion greyegertoni* WHITE: 137 (partim), Abb. 55 (non Abb. 51, 52, 53, 54, 56, Taf. 11 Fig. 7 = *Carcharhinus gilmorei*; non Abb. 48-49 = *Physogaleus* sp., non ).

aff. 1981 *Scyliorhinus enniskilleni*, - CASE: 62, Taf. 1 Fig. 4-6.

aff. 1990 *Scyliorhinus enniskilleni*, - KRUCKOW & THIES: 48.

Material: 12 Zähne: P25(3), P42(2), P66 (3), P67(2), P38(2).

**Diskussion:** Die Zähne entsprechen im Gesamthabitus völlig dem Typus der Art aus dem Obereozän der Golfküste. Selbst die feine Striation auf der Lingualseite der Krone ist vorhanden. Sie sind jedoch etwas kleiner und die Hauptspitze der anterioren Zähne ist nicht ganz so schlank und hoch. Sie gehören zweifellos zur gleichen Art der in mehrere morphologisch differente Linien zerfallenen Gattung *Abdounia*.

Ähnliche Arten kennt man aus dem ostatlantischen Raum: *Abdounia minutissima* (WINKLER, 1873) aus dem belgischen Mitteleozän (ist mit der mitteleozänen *enniskilleni*-Variante eng verwandt und könnte man vielleicht damit synonymisieren - die Unterschiede sind nur sehr gering), *A. lapierrei* CAPPETTA & NOLF, 1981 aus dem westeuropäischen Obereozän und *A. furimskyi* (CASE, 1980) aus dem "Trend Marl" von North Carolina. *A. furimskyi* be-

sitzt extrem schlanke, hohe anteriore Zähne und bildet die finale Art der *enniskilleni*-Linie. Das präzise Alter ist unklar, Umlagerung oder direkte Herkunft aus der oligozänen River Bend Formation anzunehmen.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion). Typische *A. enniskilleni*-Zähne kennt man aus dem Jacksonian der Golfküste.

#### ***Abdounia furimskyi* (CASE, 1980)**

\*1980 *Negaprion furimskyi* CASE: 87, Abb. 5, Taf. 6 Fig. 1-5.

1990 *Negaprion furimskyi*, - KRUCKOW & THIES: 56.

**Vorkommen:** In der von CASE beschriebenen eozän/miozänen Mischfauna von North Carolina. In eigenen Proben aus der Belgrade Fm. (Haywood Landing Mbr.) nicht nachgewiesen, daher vermutlich zum Obereozän/Oligozän-Anteil der Mischfauna zu rechnen. Da die Art aus dem Eozän nicht bekannt ist, kann man Umlagerung aus der in der Nähe der Typuslokalität verbreiteten River Bend Formation (Oligozän) annehmen.

#### ***Abdounia aff. recticona* (WINKLER, 1873)**

Material: 17 Zähne: P25(3), P26(1), PP30(2), P41(11).

**Diskussion:** Die Art zeichnet sich durch drei Paar kräftiger Nebenspitzen aus. Das nicht sehr umfangreiche amerikanische Material läßt sich gut mit Zähnen aus dem Unter- bis Mitteleozän Westeuropas vergleichen.

**Vorkommen:** Nanjemoy Formation (Woodstock Member), Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

#### ***Abdounia claibornensis* WHITE, 1956**

Abb. 17/ 11-12, Taf. 5 Fig. 10-12

\*1956 *Galeorhinus recticonus* (WINKLER) *claibornensis* WHITE: 148, Textfig. 97, Taf. 11 Fig. 11

Material: 9 Zähne: P25(6), P66(1), P67(2).

**Beschreibung:** Aus der Piney Point Formation konnte eine kleine Serie von durchweg lateralen Zähnen gewonnen werden. Sie unterscheiden sich von der sonst sehr ähnlichen Art *A. recticona* (WINKLER, 1873) durch die hohe Zahl von Nebenspitzen, die zwischen 5 und 6 liegt. Im Einzelfall können es auch nur 4 sein. Die Art ist als Descendent von *A. recticona* aufzufassen und kommt erst im Mitteleozän vor, während *A. recticona* schon in der untereozänen Nanjemoy Formation erscheint.

**Diskussion:** In der konfusen Arbeit von WHITE wird ein Zahn als *Galeorhinus recticonus claibornensis* n. ssp. beschrieben, der völlig mit dem vorhandenen Material übereinstimmt. Als Ursprung des Holotyps gibt WHITE Mitteleozän, Monroe County in Alabama an. Nach den vorliegenden Fun-

den bestehen keine Zweifel mehr an der stratigraphischen Einstufung. Die kurze Beschreibung bei WHITE, verbunden mit einer interpretierbaren Abbildung, erheben das Taxon meines Erachtens in den Rang einer validen Art und der Name ist damit verfügbar. Ostatlantische Nachweise sind nach Literaturdurchsicht nicht bekannt, und *A. claibornensis* scheint eine endemisch westatlantische Art zu sein, eng verwandt mit *A. recticona*.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Genus *Carcharhinus* BLAINVILLE, 1816

Typus-Art: *Carcharias melanopterus* QUOY & GAIMARD, 1824.

#### ***Carcharhinus carolinensis* (LERICHE, 1942)**

1849 *Galeocerdo egertoni* (non *Corax egertoni* AG., 1843).- GIBBES: 192, Taf. 25 Fig. 66.

\*1942 *Prionodon carolinensis* LERICHE: 82.

1990 *Carcharhinus carolinensis*, - KRUCKOW & THIES: 53.

**Diskussion:** Die stratigraphische Position des einzigen von GIBBES beschriebenen Zahnes ist unsicher. Die Phosphate Beds in S. Carolina reichen stratigraphisch vom Obereozän bis in das Miozän. Umgelagerte Phosphate (Lag Deposits) sind noch aus dem altquartären Schichten bekannt, mit Zähnen aus Oberkreide bis Neogen.

**Vorkommen:** South Carolina, Miozän?.

#### ***Carcharhinus egertoni* (AGASSIZ, 1843)**

Taf. 6 Fig. 13-18

\*1843 *Corax egertoni* AGASSIZ: 228, Taf. 36 Fig. 6-7.

1942 *Prionodon egertoni*, - LERICHE: 80, Abb. 6, Taf. 8 Fig. 1-22.

1958 *Prionodon egertoni*, - KRUCKOW: 82.

1990 *Carcharhinus egertoni*, - KRUCKOW & THIES: 52.

1958 *Prionodon egertoni*, - CASIER: 40, 71, Taf. 2 Fig. 3, Taf. 3 Fig. 7.

**Vorkommen:** Nach eigenen Beobachtungen (viel Material) vor allem Calvert Formation von Maryland und Virginia sowie Pungo River Fm. von North Carolina. Zahlreiche Nennungen aus dem Miozän (Mittel- Obermiozän) der Atlantic Coastal Plains von New Jersey bis Florida und der Karibik.

#### ***Carcharhinus elongatus* (LERICHE, 1910)**

Taf. 6 Fig. 5-9

\*1910 *Sphyrna elongata* LERICHE:

v1983 *Carcharhinus elongatus*, - MÜLLER: 61, Taf. 17 Fig. 1-8.

Material: 9 Zähne: P35(25), P47(10).

Vorkommen: *C. elongatus* kommt relativ häufig in der Old Church Formation von Virginia und in der Ashley Formation von South Carolina vor. Das Material korreliert problemlos mit europäischem Vergleichsmaterial.

### ***Carcharhinus gibbesi* (WOODWARD, 1889)**

\*1889 *Carcharias (Aprionodon) gibbesi* WOODWARD: 437.

1956 *Negaprion gibbesi*, - WHITE: 139, Fig. 77-96, Taf. 11 Fig. 9-10.

1980 *Negaprion gibbesi*, - CASE: 88, 99, Taf. 5 Fig. 9-10.

1990 *Carcharhinus gibbesi*, - KRUCKOW & THIES: 56. Material: 12 Zähne (P49).

Diskussion: Nach den eigenen Funden in der Belgrade Formation (Haywood Landing Member) von North Carolina steht zweifellos fest, daß das von CASE beschriebene Material aus dem "Trent Marl" tatsächlich untermiozänen Alters ist. Die Herkunft des Materials, welches WOODWARD zur Verfügung stand, ist bei WHITE ausführlich diskutiert. Es handelt sich um eine Mischung unterschiedlicher Herkunft und Alters. Unter den Syntypen stammt der größte Teil jedoch aus den "Phosphate Beds" von South Carolina (kann alles mögliche sein). Am Edisto River konnten im oberen Teil der Ashley Formation Selachier nachgewiesen werden, die auch im Haywood Landing Member der Belgrade Fm. von North Carolina vorkommen. Vermutlich stammt ein großer Teil der Syntypen aus den "Phosphate Beds" von South Carolina aus dem gleichen Niveau. Damit kann die Herkunft der meisten Syntypen auf Oberoligozän bis tiefstes Miozän (oberer Teil des Ashley Member der Cooper Fm.) eingengt werden. Aus diesem Bereich stammt auch der von WHITE ausgewählte Lectotypus (WHITE, 1956: Taf. 11 Fig. 9). *Carcharhinus gilmorei* (LERICHE, 1942) kann als obereozäne Art dieser Gruppe abgetrennt werden.

Vorkommen: Belgrade Formation (Haywood Landing Member) von North Carolina, ?Ashley Formation von South Carolina.

### ***Carcharhinus gilmorei* (LERICHE, 1889)**

Taf. 7 Fig. 1

\*1942 *Sphyrna gilmorei* LERICHE: 47, Taf. 4 Fig. 1.

?1956 *Hypoprion greyegertoni* WHITE: 137 (partim), Abb. 51, 52 ?53, ?54, ?56, Taf. 11 Fig. 7 (non Abb. 48-49 = *Physogaleus tertius*, non Abb. 55 = *Abdounia enneskilleni?*).

1956 *Negaprion gibbesi gilmorei*, - WHITE: 142, Fig. 57-66.

1981 *Negaprion eurybathrodon*, - CASE: 64, Taf. 6 Fig. 1-3.

1990 *Carcharhinus gibbesi gilmorei*, - KRUCKOW & THIES: 55.

1990 *Carcharhinus greyegertoni*, - KRUCKOW & THIES: 51 (sensu WHITE, 1956!).

Material: 3 Zähne (P25).

Diskussion: *C. gilmorei* ist auf einen Zahn aus dem ?Obereozän von Alabama begründet. Nach

WHITE soll die Art im Mitteleozän (Gosport Sand) und Obereozän (Jacksonian) von Alabama vorkommen. Hierzu rechne ich auch einen Teil der von WHITE (1956) unter *Hypoprion greyegertoni* beschriebenen Zähne.

Diese "Art" ist nach der Originalbeschreibung schlecht definiert, Lokalität und stratigraphische Einordnung sind unsicher. Abb. 48-56 in WHITE zeigen eine sehr heterogene Mischung von Zähnen unterschiedlicher Typen. Der Holotypus (Fig. 52, Taf. 11 Fig. 7) ist zweifellos als anterolateraler Zahn des Oberkiefers einer *Carcharhinus*-Art zu interpretieren. Die als Fig. 48-49 abgebildeten Zähne sind typische *Physogaleus*-Zähne (anterior bis anterolateral). Fig. 55 kommt *Abdounia*-Zähnen sehr nahe. Die restlichen Zähne (Fig. 50, 51, 53, 54, 56) sind nach den sehr schematischen Zeichnungen schwer interpretierbare Unterkiefer-Zähne, die vermutlich zum gleichen Taxon gehören. Insgesamt sehe ich keine Unterschiede zu den Zähnen von *C. gilmorei* und rechne *greyegertoni* mit zu dieser Art, allerdings unter Vorbehalt, solange das Originalmaterial nicht eingesehen werden kann. Die wenigen Zähne vom Pamunkey entsprechen dem Typus *gilmorei*.

Vorkommen: Mittel- bis Obereozän von Alabama, Obereozän von Georgia, Mitteleozän (Piney Point Formation) von Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### ***Carcharhinus priscus* (AGASSIZ, 1843)**

Taf. 6 Fig. 10-12

\*1843 *Sphyrna prisca* AGASSIZ: 234, Taf. 26a Fig. 35-49.

1927 *Sphyrna prisca*, - LERICHE: 85, Taf. 14 Fig. 18.

?1942 *Sphyrna prisca* var. *eastmani* LERICHE: 85, Abb. 6, Taf. 7 Fig. 28-32.

1958 *Sphyrna* cf. *prisca*, - KRUCKOW: 82.

1970 *Carcharhinus priscus*, - CAPPETTA: 54, Taf. 13 Fig. -20, Taf. 14 Fig. 1-20.

1970 *Carcharhinus priscus*, - CASE: 89, 99, Taf. 6 Fig. 6-7.

1990 *Carcharhinus egertoni*, - KRUCKOW & THIES: 52 (dort weitere Synonymie).

?1990 *Carcharhinus priscus eastmani*, - KRUCKOW & THIES: 52.

Material: Eigenes Material aus der Calvert Fm. von Virginia, der Calvert Fm. und Choptank Fm. von Maryland, der Belgrade Fm. und der Pungo River Fm. von North Carolina.

Vorkommen: Nach eigenen Beobachtungen Untermiozän bis Mittelmiozän der Atlantic Coastal Plains.

### ***Carcharhinus signatus* (POEY, 1868)**

\*1868 *Hypoprion signatus* POEY: 452, Taf. 4 Fig. 7-8.

1980 *Hypoprion signatus* CASE: 99.

1990 *Carcharhinus signatus*, - KRUCKOW & THIES: 53.

Diskussion: Die Nennung dieser rezenten Art für das NE-amerikanische Tertiär beruht lediglich auf einer Faunenliste in CASE, 1980 (99). Die Art ist weder beschrieben noch abgebildet. Damit

ist die Nennung nicht überprüfbar und bleibt unsicher.

Vorkommen: Pungo River Formation, North Carolina.

Genus *Galeocerdo* MÜLLER & HENLE, 1838

Typus-Art: *Squalus cuvier* PERON & LESUEUR, 1822.

### ***Galeocerdo aduncus* AGASSIZ, 1843**

Taf. 10 Fig. 1-8

\*1843 *Galeocerdo aduncus* AGASSIZ: 231, 304, Taf. 26, Fig. 24-28, Taf. 0 Fig. 3.

1938 *Galeocerdo aduncus*, - LERICHE: 33, 34.

1942 *Galeocerdo aduncus*, - LERICHE: 87, Taf. 7 Fig. 33-42.

1970 *Galeocerdo aduncus*, - CAPPETTA: 50, Taf. 12 Fig. 1-21 (dort weitere ausführliche Synonymie).

1980 *Galeocerdo aduncus*, - CASE: 86, 99, Taf. 5 Fig. 6-7.

1990 *Galeocerdo aduncus*, - KRUCKOW & THIES: 54.

Material: Eine sehr häufige Art in den oberoligozänen bis mittelmiozänen Formationen, sehr viel Material.

Diskussion: Oligozäne Zähne von Bottoms Bridge bleiben etwas kleiner als die der miozänen Populationen. Die Serrulation 2. Ordnung an den Schneiderändern beginnt sich bei den oligozänen Zähnen erst andeutungsweise zu entwickeln. Solche Zähne werden in Europa häufig unter *Galeocerdo medius* (WITTICH) geführt. Die Übergänge sind jedoch fließend und eine klare Trennung von zwei Arten ist nach dem amerikanischen Material kaum durchzuführen.

Vorkommen: Oberoligozän bis Miozän der gesamten Coastal Plains, von New Jersey bis Florida, Miozän der Karibik (siehe KRUCKOW & THIES, 1990). Eine sehr häufige Art in fast allen neogenen Faunen.

### ***Galeocerdo casei* n. sp.**

Taf. 11 Fig. 1-4

Holotypus: Anterolateraler Zahn Unterkiefer Nr. S216, Taf. 11 Fig. 2.

Paratypen: Zähne Nr. S217(P49), S218(P49) und S219(P37).

Locus typicus: Marl Pit Silverdale am White Oak River, North Carolina (loc. Nr. 31).

Stratum typicum: Belgrade Formation (Haywood Landing Member), Untermiozän (Aquitanium).

Derivatio nominis: Nach Mr. G.R. Case, Spezialist für fossile Selachier, New Jersey (USA).

Diagnose: Zähne sehr groß, labio-lingual komprimiert und flach. Unterkieferzähne mit kurzer, relativ breiter Spitze und sigmoidal gebogenem mesialen Schneiderand, der am Übergang Kronenrumpf-Spitze einen deutlichen Knick bildet. Distaler Schneiderand steil von der Spitze abfallend, geht im stumpfen Winkel in den distalen Kronenabsatz über. Wurzel relativ hoch, flach, lateral eckig begrenzt. Im Zentrum der Basalfläche schwache Expansion mit flacher Furche, darin zentrales Foramen. Oberkieferzähne mit sehr kurzer, niedriger und breiter, weit nach distal gebogener Spitze. Mesialer Schneiderand stärker konvex, Wurzeläste lateral nicht so eckig be-

grenzt. Serrulation an allen Zähnen mäßig stark, mesial und distal gleich entwickelt. An der Spitze wird sie feiner. Sekundäre Serrulation immer vorhanden.

Material: 4 Zähne: P49(3), P 39(1).

Beschreibung: Die Zähne der sehr großen Art erreichen nicht ganz die Dimensionen wie die des pliozän-rezenten *G. cuvier*. Auch finden sich deutliche Unterschiede in der Kronenmorphologie. Die Hauptspitze der auffällig flachen Krone ist vom mesialen Schneiderand etwas eckig abgesetzt, ziemlich kurz und breit dreieckig im Umriß. Der mesiale Schneiderand zieht bei den Unterkieferzähnen zunächst deutlich konvex nach oben, bildet dann einen deutlichen Knick und läuft ziemlich gerade zur Spitze. Der distale Schneiderand fällt von der Spitze zunächst steil ab und geht dann im stumpfen Winkel in den distalen Kronenabsatz über. Ein Einschnitt in diesem Winkel, wie bei Zähnen von *G. cuvier* typisch, ist nicht vorhanden. Mesialer und distaler Schneiderand sind etwa gleich stark gezähnt (bei *G. cuvier* distal stärker) und die sekundäre Zähnelung gut entwickelt.

Die beiden lateral eckig begrenzten Äste der Wurzel bilden einen stumpfen Winkel. Auf der weit nach innen gedrehten, ziemlich ebenen Basisfläche liegt median, in einer schwachen Expansion, eine flache Furche, die das zentrale Foramen enthält. Bei anterioren bis anterolateralen Zähnen des Unterkiefers (Holotypus) sind beide Wurzeläste etwa symmetrisch, bei Zähnen aus mehr lateraler Position ist der distale Ast etwas länger.

Die Oberkieferzähne besitzen eine stärker in distaler Richtung gebogene Spitze, und der mesiale Schneiderand verläuft regulärer und stärker konvex gebogen. Lateral sind die Wurzeläste nicht so eckig abgesetzt. Die insgesamt robusteren Oberkieferzähne von *G. cuvier* sind hier viel eckiger.

Diskussion: Vergleichbare Zähne sind bisher in der Literatur nicht beschrieben worden. Sie erinnern einerseits an die großen eozänen Arten *G. latidens* (AG.), *G. eaglesomi* WHITE, 1955 und *G. clarkensis* WHITE 1956 (vor allem die Unterkieferzähne), während andererseits die Oberkieferzähne schon Bezüge zu *G. cuvier* erkennen lassen. Am ähnlichsten sind die Zähne des obereozänen, westatlantischen *G. clarkensis*, dessen Zähne aber in einigen Merkmalen konstant abweichen: die Wurzel (vor allem der Unterkieferzähne) ist nicht so hoch, die medioterne Expansion stärker entwickelt (mit meist sehr tiefer Nährfurche) und die Serrulation distal stärker als mesial. Die Verflachung von medioterner Expansion und Nährfurche ist bei den Zähnen von *G. cuvier* am weitesten fortgeschritten und häufig ist das zentrale Foramen nur noch undeutlich zu erkennen. In diesem Punkt liegt *G. casei* zwischen den eozänen Arten und *G. cuvier*. Die neue Art gehört zur *cuvier*-Lineage, die vermutlich eher von *G. eaglesomi* als von *G. latidens*, über *G. clarkensis* und *G. casei* zu *G. cuvier* führt. *G. aduncus* repräsentiert eine ausgestorbene Linie, ebenso *G. contortus*. Letzterer gehört vermutlich überhaupt nicht zu *Galeocerdo* s. str. Die großen tertiären *Galeocerdo*-Arten waren sicher tro-

pisch-subtropische, pelagische Großräuber, was ihre Seltenheit in den küstennahen Gemeinschaften (meist temperierter Klimabereiche) erklärt. Die Funde in der Belgrade Formation sind kein Zufall, denn hier konnte insgesamt eine tropische Gemeinschaft ermittelt werden.

**Vorkommen:** In situ in der Belgrade Formation (Haywood Landing Member) von North Carolina. Ein Zahn aus dem Transgressionshorizont (Lag) der Eastover Formation von Bottoms Bridge (Virginia). Dort zahlreiche umgelagerte oligozäne und miozäne Zähne, so daß der Zahn vermutlich auch aus der Old Church oder Calvert Fm. umgelagert worden ist.

#### ***Galeocerdo clarkensis* WHITE, 1956**

\*1956 *Galeocerdo clarkensis* WHITE: 145, Abb. 24-26, Taf. 11, Fig. 12-14.

1981 *Galeocerdo clarkensis*, - CASE: 63, Taf. 5, Fig. 7-9.

1990 *Galeocerdo clarkensis*, - KRUCKOW & THIES: 54.

**Vorkommen:** Obereozän von Alabama und Georgia.

#### ***Galeocerdo contortus* GIBBES, 1849**

Taf. 10 Fig. 9-16

\*1849 *Galeocerdo contortus* GIBBES: 193, Taf. 25, Fig. 71-74.

1980 *Galeocerdo contortus*, - CASE: 87, 99, Taf. 5, Fig. 8.

1990 *Galeocerdo contortus*, - KRUCKOW & THIES: 55.

**Material:** Sehr zahlreiches Material aus allen ober-oligozänen bis mittelmiozänen Formationen von Maryland bis South Carolina, eine sehr häufige Art.

**Diskussion:** Die Zähne aus der oligozänen Old Church Fm. bleiben etwas kleiner und graziler als die unter- bis mittelmiozänen, und besitzen eine nicht ganz so robuste Wurzel. *G. contortus* ist bisher nur aus dem Westatlantik bekannt und scheint eine der wenigen Endemismen unter den größeren Selachiern darzustellen. Im übrigen erscheint die Zugehörigkeit zu *Galeocerdo* recht fraglich. Die sehr schlanke Spitze mit ihrer Torsion sowie die kräftige Aufwölbung der mediointernen Expansion der Wurzel sind nicht typisch für *Galeocerdo*, ähneln aber manchen eozänen *Physogaleus*-Arten, z.B. *Physogaleus tertius*. *G. contortus* könnte durchaus ein endemisch westatlantischer, später Descendent dieser Gruppe sein.

**Vorkommen:** Nach eigenen Beobachtungen Old Church Formation bis Choptank Formation der Coastal Plains (Oberoligozän bis Mittelmiozän). Nach Literatur Unter- bis Mittelmiozän der Coastal Plains von Maryland bis North Carolina, Mittelmiozän von Panama.

#### ***Galeocerdo cuvier* (PERON & LESUEUR, 1822**

Taf. 11 Fig. 5-8

n.v.\*1849 *Squalus cuvier* LESUEUR: 193, Taf. 25, Fig. 71-74.

n.v.1829 *Squalus arcticus* FABER: 17.

n.v.1841 *Squalus tigrinus* MÜLLER & HENLE: 59, Taf. 23.  
1942 *Galeocerdo arcticus*, - LERICHE: 88, Taf. 8 Fig. 1-2.

1948 *Galeocerdo cuvier*, - BIGELOW & SCHROEDER: 266, Ab. 44.

1984 *Galeocerdo cuvier*, - COMPAGNO: 503, 2 Abb.

1990 *Galeocerdo cuvier*, - KRUCKOW & THIES: 55.

**Material:** 4 Zähne: 3 Lee Creek Mine (P57a - Oberflächenmaterial, nach Erhaltung Yorktown Formation), 1 P20 (Martiau, Yorktown Formation.)

**Vorkommen:** Pliozän von South Carolina, nach eigenen Beobachtungen Yorktown Formation von Virginia und North Carolina.

#### ***Galeocerdo latidens* (AGASSIZ, 1843)**

Taf. 10 Fig. 17-18

1843 *Galeus latidens* AGASSIZ: 231, Taf. 26 Fig. 22-23.

1942 *Galeocerdo alabamensis* LERICHE: 48, Taf. 4, Fig. 2.

1952 *Galeocerdo latidens*, - ARAMBOURG: 149, Taf. 24 Fig. 21-28.

1990 *Galeocerdo latidens*, - CASE & CAPPETTA: 12, Taf. 5 Fig. 102-107, Taf. 7 Fig. 143-148, 151-159.

1990 *Galeocerdo alabamensis*, - KRUCKOW & THIES: 54.

**Material:** 16 Zähne: P25(10), P30(1), P32(1), P33(1), P38(1), P42(1), P66(1).

**Vorkommen:** Nach eigenen Beobachtungen Piney Point Formation von Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Genus *Isogomphodon* GILL, 1861

Typus-Art: *Carcharias oxyrhinchus* MÜLLER & HENLE, 1841.

#### ***Isogomphodon acuarius* (PROBST, 1879)**

Taf. 7 Fig. 9

\*1879 *Alopecias acuarias* PROBST: 140, Taf. 2, Fig. 76-77.

1970 *Aprionodon acuarias*, - CAPPETTA: 57, Taf. 17, Fig. 1-20 (mit ausführlicher Synonymie).

1980 *Aprionodon acuarias*, - CASE: 90, Taf. 6 Fig. 8-9.

1990 *Carcharhinus acuarias*, - KRUCKOW & THIES: 52.

**Material:** 1 Zahn (P49).

**Vorkommen:** Nach CASE (1980) "Trent Marl" von North Carolina. Eigenes Material aus der Belgrade Formation (Haywood Landing Member) von Silverdale (N. Carolina, White Oak River-Sektion).

Genus *Negaprion* WHITLEY, 1940

Typus-Art: *Carcharias acutidens* RUEPPEL, 1837.

#### ***Negaprion eurybathrodon* (BLAKE, 1862)**

Taf. 7 Fig. 2-4

\*1862 *Lamna eurybathrodon* BLAKE: 316.

1970 *Negaprion kraussi*.- CAPPETTA: 52, Taf. 15, Fig. 1-17 (mit ausführlicher Synonymie).

1979 *Negaprion eurybathrodon*.- LONGBOTTOM: 61, Fig. 4-5.

1990 *Negaprion eurybathrodon*.- KRUCKOW & THIES: 56.

Material: 14 Zähne (P49).

Vorkommen: Belgrade Formation von North Carolina, Miozän von Panama und Obermiozän von Ecuador.

Genus *Physogaleus* CAPPETTA, 1980

Typus-Art: *Trigonodus secundus* WINKLER, 1874.

### ***Physogaleus latecuspidatus* n. sp.**

Abb. 18/1-4, Taf. 5 Fig. 15-16

Holotypus: Zahn Nr. S6(P27), Abb. 18/1, Taf. 5 Fig. 15.

Paratypen: Zähne Nr. S7, S8 und S9 (P27), Abb. 18/2-4.

Locus typicus: Virginia, Hanover County, Pamunkey River bei Property Eanes (Ende Route 732, loc. 20).

Stratum typicum: Nanjemoy Formation, Woodstock Member, *Venericardia*-Lage kurz unter Obergrenze.

Derivatio nominis: nach der breiten, hohen Hauptspitze vor allem der anterioren bis anterolateralen Zähne.

**Diagnose:** Eine Art der Gattung *Physogaleus* mit relativ kleinen, aber robusten Zähnen, labiolingual nur mäßig abgeflacht. Hauptspitze sehr hoch, gut vom Kronenrumpf abgesetzt und relativ breit. Distaler Schneiderrand unter der Hauptspitze mit sehr grober Dentikulation (2-3 breite Zacken), mesialer Schneiderrand je nach Position in den Kiefern mehr oder weniger deutlich gekerbt bis gezackt. Holaulacorhize Wurzel mit weit nach innen gedrehter, ebener Basalfläche und nur mäßig entwickelter mediointerner Expansion. Nährfurchen scharf und tief, darin 1-2 Foramina. Labial- und Lingualfläche niedrig, mit zahlreichen lateralen Foramina.

Maße (in mm):

Nummer	B	H	D	
S6(P27)	17,3	6,4	2,6	Holotypus

Material: 7 Zähne: P27(5), P30(2).

**Beschreibung:** Zum Holotypus wurde ein perfekt erhaltener Zahn aus anteriorer bis anterolateraler Position bestimmt. Er besitzt einen schief dreieckigen Umriß mit sehr stark entwickelter, langer Hauptspitze und ist labiolingual nur mäßig abgeflacht. Dabei bleibt die Labialseite der Krone annähernd eben, während die Lingualseite kräftig konvex gewölbt ist. Die lange, merklich in distaler Richtung geneigte und recht breite Hauptspitze entwickelt sich aus einem recht niedrigen Kronenrumpf. Eine Biegung in lingualer Richtung ist nicht zu verzeichnen. Von der Spitze fällt der mesiale Schneiderrand Schräg nach vorn ab, unter einem Winkel von ca. 45 Grad und bei leicht konkavem Verlauf. Am unteren Drittel zeigt er eine sehr flache, aber breite Serrulation. Der distale Schneiderrand der Hauptspitze fällt steil, etwas schräg nach mesial gerichtet ab, und ein scharfer Einschnitt bildet die Grenze zum distalen Kronenabsatz. Am

Schneiderand des distalen Kronenabsatzes sind zwei grobe Zacken ausgebildet, eine dritte bleibt nur rudimentär. Der labiobasale Kronenrand verläuft etwas gebogen, median leicht konkav nach oben eingezogen.

An der Wurzel fällt zunächst die umfangreiche, ebene Basalfläche auf, während die mediointerne Expansion nicht sehr ausgeprägt ist. Der scharf begrenzte, tiefe Kanal trennt beide Wurzelloben und beinhaltet zwei relativ kleine Foramenina. Die Basisfläche ist weit nach innen gedreht (sehr schräge Stellung in den Kiefern) und läßt Raum für eine nur recht niedrige Lingualfläche. Auf ihrer Oberfläche ordnen sich kleine Foramina etwa bandartig an. Auch die Labialfläche bleibt relativ niedrig und trägt ebenfalls zahlreiche kleine Foramina, die etwas irregulär positioniert sind.

Die lange Hauptspitze des Holotypus spricht für eine anteriore bis anterolaterale Position des Zahnes und der leicht konkave mesiale Schneiderand für eine Herkunft aus dem Unterkiefer. Paratypus Nr. S8 (Abb. 18/4) besitzt eine ähnliche Morphologie mit leicht konvexem mesialen Schneiderand, was als Indiz für eine ähnliche Position im Oberkiefer gelten kann. Die Zackung der mesialen Kronenbasis fällt merklich kräftiger aus. Paratypus Nr. S9 (Abb. 18/3) repräsentiert einen posterolateralen Zahn aus dem Oberkiefer. Der Zahn ist wesentlich breiter als hoch, mit stark in distaler Richtung geneigter Hauptspitze. Die distale Zähnelung ist stärker entwickelt als die mesiale. Paratypus Nr. S7 (Abb. 18/2) zeigt die typische Morphologie von Zähnen der Symphysenregion, mit labiolingual stark expandierender Wurzel. Die distale Zähnelung wird stärker als die mesiale, insgesamt aber nicht so scharf ausgebildet wie bei den anderen Zähnen.

**Diskussion:** Die vorhandenen Zähne unterscheiden sich auf Anhieb von den beiden vielzitierten mitteleozänen Arten *P. secundus* und *P. tertius*. Beide zeichnen sich durch schlankere Hauptspitzen mit einer leichten Torsion aus (insbesondere bei anterioren Zähnen, die männlichen Individuen zugerechnet werden - vergl. CASE & CAPPETTA, 1990). Weiterhin ist bei beiden Arten die mediointerne Expansion der Wurzel stärker ausgebaut, während die mesiale Serrulation der Zahnkrone deutlich hinter der der neuen Art zurückbleibt. Selbst wenn man einen gut ausgeprägten Sexualdimorphismus in Erwägung zieht, überschreiten die angegebenen Unterschiede die Variationsbreite einer Art und lassen eine sichere Abgrenzung zu. Der oligozäne *P. latus* entfernt sich noch weiter vom Typus der eozänen Taxa.

Vorkommen: Najemoy Formation (Woodstock Member), Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### ***Physogaleus latus* (STORMS, 1894)**

Taf. 6 Fig. 1-4

\*1894 *Protogaleus latus* STORMS: 78, Taf. 6 Fig. 17.

1910 *Galeorhinus affinis*.- LERICHE: 297, Taf. 19 Fig. 31-35.

- 1980 *Galeorhinus affinis*, - CASE: 91, Taf. 7, Fig. 3.  
 1980 *Galeorhinus latus*, - CASE: 91, Taf. 7, Fig. 4-5.  
 1990 *Galeorhinus latus*, - KRUCKOW & THIES: 49.

Material: 10 Zähne: P35(7), P36(3).

Diskussion: *P. latus* ist eine der häufigen Arten in der Old Church Formation und reicht noch bis in das Untermiozän der Belgrade Formation. In jüngeren Horizonten wurde die Art nicht gefunden. Auch in Europa überschreitet die Art nicht das Untermiozän.

Vorkommen: Old Church Fm., Virginia (Pamunkey River-Sektion); "Trent Marl", North Carolina (White Oak River-Sektion).

### ***Physogaleus tertius* (WINKLER, 1874)**

Abb. 17/6, Taf. 5 Fig. 13-14

- \*1874 *Trigonodus tertius* WINKLER: 6, Taf. Fig. 6-7.  
 1904 *Galeocerdo triqueter* EASTMAN: 89, Taf. 32 Fig. 12.  
 1905 *Alopiopsis contortus* STROMER: 176, Taf. 16 Fig. 5-9.  
 1926 *Galeocerdo semilevis* WHITE: 30, Taf. 7 Fig. 1-23.  
 1926 *Eugaleus falconeri* WHITE: 31, Taf. 7 Fig. 24-27.  
 1926 *Sphyrna tortilis* WHITE: 35, Taf. 8 Fig. 1-7.  
 1926 *Carcharhinus nigeriensis* WHITE: 36, Taf. 8 Fig. 8-10.  
 1942 *Physodon triqueter*, - LERICHE: 79.  
 1952 *Galeorhinus formosus*, - ARAMBOURG: 157, Taf. 25 Fig. 1-26.  
 1952 *Physodon tertius*, - ARAMBOURG: 159, Taf. 26 Fig. 1-30.  
 ?1956 *Hypoprion greyegertoni* WHITE: 137 (partim), Abb. 48-49 (non Abb. 51, 52 ?53, ?54, ?56, Taf. 11 Fig. 7 = *Carcharhinus gilmorei*, non Abb. 55 = *Abdounia enniskilleni*?)  
 1981 *Galeorhinus huberensis*, - CASE: 65, Taf. 6, Fig. 4-8.  
 ?1990 *Physogaleus aff. tertius*, - CASE & CAPPETTA: 15, Taf. 5, Fig. 88-91, Taf. 7 Fig. 149-150.  
 1990 *Galeorhinus huberensis*, - KRUCKOW & THIES: 49.

Material: 8 Zähne: P25(5), P42(3).

Vorkommen: Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Genus *Pterolamiops* SPRINGER, 1951

Typus-Art: *Squalus longimanus* POEY, 1861

### ***Pterolamiops longimanus* (POEY, 1861)**

Taf. 7 Fig. 5-8, 12

Material: Zähne: P20(1), P57b(12).

Diskussion: Isolierte Zähne der großen Carcharhinidae aus der "Bull Shark Group" und die von *Pterolamiops* sind schwer gegeneinander abzugrenzen (die Validität der Gattung wird übrigens von manchen Ichthyologen in Zweifel gezogen). Nach rezentem Vergleichsmaterial besitzen die Zähne von *Pterolamiops* (wenigstens bei anterioren bis anterolateralen Zähnen deutlich) eine mehr oder weniger gut ausgeprägte Ecke weit oben am mesialen Schneiderand (Taf. 10 Fig. 1). Die Bestimmung posterolateraler und posteriorer Zähne ist wesentlich schwieriger und sie werden sicher häufig

mit den Zähne von Arten aus der *Carcharhinus leucas*-Gruppe (Bull Shark Group) verwechselt.

Vorkommen: Yorktown Formation von Virginia und North Carolina).

Genus *Rhizoprionodon* WHITLEY, 1929

Typus-Art: *Carcharias acutus* RUEPPEL, 1837

### ***Rhizoprionodon fischeuri* JOLEAUD, 1912**

Taf. 8 Fig. 2-4

- 1926 *Scoliodon taxandriae*, - LERICHE: 431, Taf. 28, Fig. 7-10.  
 ?1979 *Scoliodon taxandriae*, - LONGBOTTOM: 64.  
 1980 *Scoliodon terranova*, - CASE: 90, Taf. 7, Fig. 102.  
 1981 *Scoliodon terranova*, - CASE: 64, Taf. 8, Fig. 5.  
 1990 *Scoliodon taxandriae*, - KRUCKOW & THIES: 57.

Material: 11 Zähne: P35(7), P47(4).

Diskussion: Die Zähne von *R. fischeuri* wurden häufig als *Scoliodon taxandriae* bezeichnet oder dem rezenten *R. terranova* angeschlossen (vor allem von CASE). Unzweifelhaft fossile *Scoliodon*-Zähne sind bisher kaum beschrieben worden, mir ist keine sichere Nennung bekannt. Der Bezug auf *R. terranova* ist nicht gerechtfertigt. Die Zähne der rezenten Art sind kleiner und weichen morphologisch etwas ab. Zähne dieses Typs treten erst ab Calvert Formation auf.

Vorkommen: Old Church Fm., Virginia (Pamunkey River-Sektion); "Trent Marl", North Carolina.

### ***Rhizoprionodon aff. terranova* (RICHARDSON, 1836)**

Taf. 8 Fig. 1

Material: 18 Zähne: P51(10), P52(2), P14(1), P10(1), P63(2), P57(2).

Diskussion: In der generellen Morphologie ähneln die Zähne sehr *R. fischeuri* (die morphologische Differenzierung ist bei den rezenten *Rhizoprionodon*-Arten nur sehr gering). Sie sind jedoch deutlich kleiner und weichen in der Wurzelmorphologie etwas ab. Die Basalfläche ist weniger nach innen gedreht und labio-lingual stärker eingengt und schmaler. Das bedeutet, daß die Zähne weniger schräg nach hinten gerichtet auf den Kiefern sitzen. Weiterhin ist die Nährfurche schärfer und tiefer, sowie lingual und labial etwas verengt (schmal linsenförmiger Umriss). Eine sichere Bestimmung kann nur an rezentem Vergleichsmaterial erfolgen. Die zur Verfügung stehenden Abbildungen in der ichthyologischen Literatur sind zu stark schematisiert.

Vorkommen: Belgrade Formation bis Yorktown Formation. Verbreitete, aber nicht sehr häufige Art.

### ***Rhizoprionodon* sp.**

Abb. 17/5

Material: 1 Zahn (P67).

**Diskussion:** Der einzige Zahn ist sehr gut erhalten, reicht aber nicht zur Definition der Art aus. Er ist mesodistal stark verbreitert, labiolingual abgeflacht und sehr niedrig. Die Krone bildet eine relativ breite und niedrige, in distale Richtung geneigte Spitze. Ihr mesialer Schneiderrand verläuft leicht sigmoidal, zunächst leicht konkav, dann etwas konvex, und geht fließend in den langen mesialen Kronenabsatz über. Durch die konkave Einbiegung unterhalb der Spitze erscheint diese etwas aufgebogen. Der mesiale Schneiderand fällt steil ab und etwas schräg in mesiale Richtung gestellt. Ein deutlicher Einschnitt markiert die Grenze zur kurzen distalen Kronenbasis, deren konvexer Schneiderand leicht gewellt ist. Auf der Labialseite verläuft die Grenze der Kronenbasis leicht wellig, median leicht konvex nach unten ausgebogen.

Die Wurzel selbst besitzt eine mäßig entwickelte mediointerne Expansion und wird durch die scharfe Nährfurche in einen kurzen distalen und einen langen mesialen Lobus unterteilt. In der tiefen Nährfurche liegt ein gut entwickeltes zentrales Foramen. Lingual- und Labialfläche bilden einen niedrigen Streifen unterhalb der Krone und beinhalten kleine, etwas irregulär angeordnete Foramina. Die Basisfläche ist eben, glatt und deutlich nach innen gedreht.

**Diskussion:** Mitteleozäne *Rhizoprionodon*-Funde sind bisher aus dem ostatlantischen Raum bekannt: *R. ganntourensis* (ARAMBOURG, 1952) von Marokko und aus dem Pariser Becken (CAPPETTA & NOLF, 1981) und *R. sp.* (CASE & CAPPETTA, 1991) von Ägypten. Der vorliegende Zahn könnte zu *R. ganntourensis* gehören, doch ist für eine sichere Zuordnung mehr Material unterschiedlicher Position in den Kiefern erforderlich.

**Vorkommen:** Piney Point Formation (Bed A), Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### **Familia Hemigaleidae H ASSE, 1879**

Genus *Hemipristis* AGASSIZ, 1843

Typus-Art: *Hemipristis serra* AGASSIZ, 1843

### ***Hemipristis curvatus* DAMES, 1883**

- \*1883 *Hemipristis curvatus* DAMES: 136, Taf. 3 Fig. 4.
- 1956 *Hemipristis wyattdurhami*, - WHITE: 133, Abb. 40-47, Taf. 11 Fig. 4.
- 1980 *Hemipristis wyattdurhami*, - CASE: 86, Taf. 5 Fig. 3-5.
- 1981 *Hemipristis wyattdurhami*, - CASE: 63, Abb. 5, Taf. 5 Fig. 1-4.
- 1990 *Hemipristis curvatus*, - CASE & CAPPETTA: 16-17, Taf. 4 Fig. 78-87 (dort weitere Synonymie).

**Vorkommen:** Typische Form bekannt aus dem Obereozän von Alabama und Georgia, sowie aus dem obereozänen Anteil des "Trend Marl" von North Carolina. Die Art kommt auch im Eozän von Ägypten vor.

### ***Hemipristis serra* AGASSIZ, 1843**

Taf. 8 Fig. 9-15, Taf. 9 Fig. 1-9

- \*1843 *Hemipristis serra* AGASSIZ: 237, 302, Taf. 28 Fig. 18-30, Taf. N Fig. 5.
- 1927 *Hemipristis serra*, - LERICHE: 90, Taf. 14 Fig. 10-15 (dort ausführliche Synonymie).
- 1938 *Hemipristis serra*, - LERICHE: 11, 32, 34, Taf. 3 Fig. 1-4.
- 1942 *Hemipristis serra*, - LERICHE: 89, Taf. 8 Fig. 3-15.
- 1958 *Hemipristis serra*, - KRUCKOW: 82, 84.
- 1958 *Hemipristis serra*, - CASIER: 39, 71, Taf. 2 Fig. 1, Taf. 3 Fig. 9.
- 1959 *Hemipristis serra*, - KRUCKOW: 135.
- 1970 *Hemipristis serra*, - CAPPETTA: 48, Taf. 11 Fig. 1-18 (dort sehr ausführliche Synonymie).
- 1959 *Hemipristis serra*, - CASE: 99.
- 1890 *Hemipristis serra*, - KRUCKOW & THIES: 51.

**Material:** Von dieser Art liegt reiches Material aus dem Oberoligozän bis Miozän zahlreicher Lokalitäten vor.

**Diskussion:** *Hemipristis serra* ist ein sehr charakteristisches Warmwasser-Element und tritt im amerikanischen und südeuropäischen Neogen regelmäßig, zuweilen auch massenhaft auf. Die Zähne adulter Exemplare erreichen beträchtliche Größe (bis um 5cm hoch). Die ausgestorbene Art dürfte damit eine der größten neogenen Prädatoren überhaupt gestellt haben. Die Gattung ist heute mit einer wesentlich kleineren Art nur noch im tropische Indik vorhanden.

Aus der Old Church Formation liegt eine Kollektion sehr unterschiedlich großer Zähne vor. Die kleinen Zähne sehr juveniler Individuen besitzen noch keine deutliche Serrulation des mesialen Schneiderandes und ähneln recht auffällig Zähnen der rezenten Gattung *Chaenogaleus* GILL, 1862. Dies kann als Indiz für sehr enge Verwandtschaftsverhältnisse gedeutet werden.

**Vorkommen:** Old Church Formation bis Yorktown Formation der gesamten Atlantic Coastal Plains. Die kosmopolitische Art ist in neogenen Warmwasserfaunen sehr verbreitet.

### **Familia Sphyrnidae G ILL, 1872**

Genus *Sphyrna* RAFINESQUE, 1810

Typus-Art: *Squalus zygaena* LINNAEUS, 1758

### ***Sphyrna laevis* (COPE, 1867)**

Taf. 8 Fig. 5-8

- \*1867 *Galeocерdo laevis* COPE: 141.
- 1904 *Carcharias laevis*, - EASTMAN: 84, Taf. 32 Fig. 2.
- ?1904 *Carcharias magna*, - EASTMAN: 86 (partim), Taf. 32 Fig. 6 (non Taf. 32 Fig. 7).
- 1942 *Sphyrna laevis*, - LERICHE: 84, Taf. 7 Fig. 23-27.
- 1958 *Sphyrna laevis*, - CASIER: 40, Taf. 1 Fig. 23.
- 1990 *Sphyrna laevis*, - KRUCKOW & THIES: 58.

**Material:** 6 Zähne: P58(5), P76(1).

**Diskussion:** Stratitypisches Material kommt aus der Calvert Formation von Maryland, welches völlig dem von EASTMAN publizierten entspricht (COPE hat keine Zähne abgebildet). Damit ist ein Name für die oligozän/tiefer miozänen Populatio-

nen verfügbar. Die Zähne sind später häufig der rezenten Art *S. zygaena* zugerechnet worden. *S. laevisissima* gehört zweifellos zur *zygaena*-Gruppe und ist eng mit der rezenten Art verwandt, repräsentiert aber eine gute fossile Art. Die Oberkieferzähne zeigen häufig noch eine leichte Serrulation des distalen Schneiderrandes, die den Zähnen der rezenten Art fehlt. *S. zygaena* kommt schon ab Mittelmiozän in Westeuropa vor und im Mittelmiozän vollzieht sich der Übergang von *laevisissima* zu *zygaena*.

**Vorkommen:** Old Church Formation, oberer Bereich der Ashley Formation, Belgrade Fm., Calvert Fm. und Pungo River Fm. der Atlantic Coastal Plains.

### ***Sphyrna magna* (COPE, 1867)**

- \*1867 *Sphyrna magna* COPE: 142.
- 1904 *Carcharias magna*, - EASTMAN: 86 (partim), Taf. 32 Fig. 7 (non Taf. 32 Fig. 6 = *S. laevisissima*).
- 1942 *Sphyrna magna*, - LERICHE: 85.
- 1980 *Carcharhinus magna*, - CASE: 99.
- 1990 *Sphyrna magna*, - KRUCKOW & THIES: 58.

**Diskussion:** Die Art ist schlecht definiert und nach der Abbildung bei EASTMAN (Taf. 32 Fig. 7) könnte es sich eher um einen *Carcharhinus*-Zahn handeln. Vergleichbar wäre *C. priscus* oder eine ähnliche Art. Die Validität ist nur am Typusmaterial zu klären.

**Vorkommen:** Nach Literatur Miozän (wohl Calvert Formation) von Maryland.

### ***Sphyrna (?) americana* LERICHE, 1942**

- 1849 *Sphyrna prisca* GIBBES (non AGASSIZ, 1843): 195, Taf. 25 Fig. 88-90.
- \*1942 *Sphyrna (?) americana* LERICHE: 86, Taf. 6 Fig. 6-8.
- 1958 *Sphyrna (?) americana*, - CASIER: 72.
- 1990 *Sphyrna? americana*, - KRUCKOW & THIES: 59.

**Diskussion:** Auch für diese Art erscheint die Validität sehr fraglich.

**Vorkommen:** Miozän von South Carolina, präzise Informationen über stratigraphisches Niveau nicht verfügbar.

## **Supraordo Batomorphii**

### **Ordo Rajiformes**

#### **Subordo Rhinobatoidei**

#### **Familia Rhynchobatidae G ARMAN, 1913**

Genus *Rhynchobatus* MÜLLER & HENLE, 1837  
Typus-Art: *Rhinobatus laevis* SCHNEIDER, 1801

#### ***Rhynchobatus pristinus* (PROBST, 1877)**

Taf. 12 Fig. 1-3

- \*1877 *Pristis pristinus* PROBST: 81, Taf. 1 Fig. 17-18.
- 1970 *Rhynchobatus pristinus*, - CAPPETTA: 79, Taf. 23 Fig. 16-27.
- 1980 *Rhynchobatus pristinus*, - CASE: 93, Taf. 9 Fig. 3.
- 1990 *Rhynchobatus pristinus*, - KRUCKOW & THIES: 62.

**Material:** 11 Zähne: P51 (3), P52(6), P35(2).

**Vorkommen:** (Old Church Fm., Virginia (Pamunkey River-Sektion); Belgrade Fm. (Haywood Landing Mbr.), North Carolina (White Oak River-Sektion).

### ***Rhynchobatus* sp. 1**

Taf. 12 Fig. 6

**Material:** 1 Zahn (P42).

**Beschreibung:** Beim einzigen vorhandenen Zahn ist die Wurzel korrodiert und nicht mehr exakt beurteilbar. Die Krone besitzt eine typisch rhinobatide Morphologie, mit umfangreicher, gewölbter Labialfläche. Der Mesodistalgrat ist nur unscharf ausgebildet. Vom Transversalgrat fällt die Lingualfläche steil zur Basis ab und läuft median in einem mäßig langen und scharf zugespitzten linguobasalen Kronenfortsatz aus. Im Zentrum der Labialfläche liegt eine breit rhombische, von flach wulstartigen Rändern begrenzte und etwas erhöhte Kaufläche. Sonst fehlt jede Andeutung einer Skulptur.

**Diskussion:** Die Zähne unterscheiden sich in einigen Merkmalen sehr deutlich von denen des stratigraphisch jüngeren *R. pristinus*. In erster Linie betrifft das den sehr spitzen linguobasalen Kronenfortsatz und die fehlende Skulptur der Kronenoberseite. Eine vergleichbare fossile Arte ist *R. vincenti* JAEKEL, 1894 aus dem Eozän von Westeuropa, dessen Kronenoberfläche ebenfalls weitgehend glatt ist. Für eine Zuordnung erscheint mir der unvollständige Zahn jedoch nicht ausreichend.

**Vorkommen:** Piney Point Fm., Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### ***Rhynchobatus* sp. 2**

- 1980 *Rhynchobatus* sp., - CASE: 99.
- 1990 *Rhynchobatus* sp., - KRUCKOW & THIES: 62.

**Diskussion:** Von CASE (1980) in einer Faunenliste für die Pungo River Formation angegeben. Ohne Beschreibung und Abbildung, daher nicht überprüfbar und vergleichbar.

**Vorkommen:** Pungo River Fm., North Carolina.

### **Familia Rhinobatidae M ÜLLER & HENLE, 1838**

Genus *Rhinobatos* LINK, 1790  
Typus-Art: *Raja rhinobatos* LINNAEUS, 1758

#### ***Rhinobatos* aff. *bruxelliensis* JAEKEL, 1894**

Abb. 18/12-13

**Material:** 2 Zähne (P42).

**Beschreibung:** Zahn Nr. S18 (Abb. 18/12) ist vollständig erhalten, bei Zahn Nr. S19 (Abb.

18/13) ist die Wurzelbasis stärker korrodiert. An dem gut erhaltenen Zahn ist die Krone nur geringfügig höher als die Wurzel und bildet labial einen deutlichen Überhang. Ihre glatte Labialfläche ist konvex gewölbt und ihre Basis median leicht nach unten gezogen. Der niedrige Transversalgrat grenzt die Labial- von der Lingualfläche ab und bildet keine mediane Spitze. Allerdings sind deutliche Abnutzungserscheinungen zu erkennen (etwas vertiefte Zentralzone der Kronenoberseite). Die Lingualseite bildet einen langen, linguobasalen Kronenfortsatz, der bis an die Wurzelbasis reicht. Tiefe laterale Depressionen trennen ihn von der übrigen Lingualfläche, so daß sich insgesamt ein trilobater Habitus der lingualen Kronenbasis ergibt.

Die kompakte, relativ niedrige Wurzel besitzt eine flache Basis, durch die tiefe Nährfurche in zwei breite Loben unterteilt. In der Nährfurche befindet sich ein relativ kleines zentrales Foramen. Die Labialseite der Wurzel ist schräg nach lingual gerichtet, ebenso die Lingualseite. Letztere springt median mit einer deutlichen Expansion hervor, von tiefen lateralen Depressionen flankiert. In den Depressionen liegt ein Paar gut entwickelter laterointerner Foramina.

Die Krone des unvollständigen Zahnes ist deutlich höher und erhebt sich median zu einer stumpfen Spitze, die ebenfalls schon Abnutzungsspuren zeigt. Der linguobasale Kronenfortsatz ist wesentlich länger und etwas schmaler, auch die lateralen Loben der lingualen Kronenbasis sind noch schärfer ausgeprägt.

Die etwas unterschiedliche Kronenmorphologie ergibt sich aus unterschiedlicher Position im Gebiß. Während der unvollständige Zahn aus einer mehr anterioren Lage kommt, spricht die niedrigere Krone des vollständigen Zahnes für eine laterale bis posterolaterale Position.

**Diskussion:** Die Zähne sind am besten mit *Rhinobatos bruxelliensis* (JAEKEL, 1894) aus dem belgischen Eozän vergleichbar. Allerdings ist die morphologische Differenzierung der Zähne von *Rhinobatos* recht gering und die Artunterscheidung auf Zahnbasis kann recht problematisch sein. Eine einigermaßen sichere Zuordnung kann nur mit viel Material vorgenommen werden, welches hier nicht zur Verfügung steht. Die vorschnelle Benennung würde eine Sicherheit der Bestimmung vortäuschen, die tatsächlich nicht gegeben ist.

**Vorkommen:** Piney Point Fm., Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### ***Rhinobatos* sp.**

1981 *Rhinobatos* cf. *casieri*, - CASE: 68, Taf. 3 Fig. 9.  
1990 *Rhinobatos* cf. *casieri*, - KRUCKOW & THIES: 62.

**Diskussion:** *Rhinobatos casieri* stammt aus der Oberkreide Europas. Die Bestimmung des amerikanischen Materials aus dem Obereozän (1 Zahn!) ist mehr als zweifelhaft und auch dieser Zahn dürfte in die Umgebung von *R. bruxelliensis* zu stellen sein.

**Vorkommen:** Obereozän von Georgia (Barnwell Formation, Twiggs Clay Member).

### **Subordo Rajoidei**

#### **Familia Rajidae B ONAPARTE, 1831**

Genus *Raja* LINNAEUS, 1758

Typus-Art: *Raja batis* LINNAEUS, 1758

#### ***Raja* sp. 1**

Abb. 18/7-10

**Material:** 12 Zähne P47(8), P35(4).

**Beschreibung:** Aus dem höchsten Abschnitt des Ashley Marl Member und aus der Old Church Formation kommt eine Reihe sehr kleiner *Raja*-Zähne, worunter selbst die größten Exemplare unter 1mm Breite bleiben. Die Kollektion zerfällt in zwei Morphotypen, die sich eindeutig auf männliche und weibliche Individuen einer Art beziehen lassen.

Die Zähne männlicher Individuen besitzen eine sehr hohe Krone mit langer, schlanker Spitze, welche deutlich nach lingual geneigt ist. Die glatte Labialfläche ist leicht konvex gewölbt, wobei sich die Zone stärkster Wölbung median von der Spitze zur labialen Kronenbasis erstreckt. Die Lingualfläche fällt sehr steil ab und verläuft in Profilsicht konkav, lateral deutlicher eingesenkt als median. Ein niedriger, aber recht scharfer Transversalgrat trennt die Labial- von der Lingualfläche. Er läuft über die lange Spitze der Krone.

Labial bildet die Krone einen kurzen Überhang, gut in Lateralansicht zu erkennen. Die relativ niedrige Wurzel zerfällt in zwei merklich gespreizte Loben, getrennt von der tiefen Medianfurche. Die Loben sind schräg nach außen gestellt und ragen daher in Occlusalansicht lateral deutlich unter der Krone hervor. Die Basis beider Loben ist mehr oder weniger deutlich nach außen angeschrägt, mesodistal komprimiert und beide divergieren V-förmig in labialer Richtung. Im Kanal befindet sich in der Regel ein größeres Foramen, zuweilen sind noch einige weitere, sehr kleine Foramina zu erkennen.

Die Zähne weiblicher Individuen besitzen eine sehr viel niedrigere Krone mit einer kurzen, breit dreieckigen Spitze in Labialansicht. Kronenrumpf und Wurzel zeigen eine den männlichen Zähnen adäquate Morphologie.

**Diskussion:** Ähnliche Zähne sind aus dem Oligozän von Europa beschrieben worden: *Raja terhagenensis* STEURBAUT & HERMAN, 1978 basiert ebenfalls auf Zähnen mit sehr hohen, schlanken Spitzen männlicher Individuen, die in Größe und Morphologie der Kronen den vorliegenden Zähnen sehr nahe kommen, aber eine abweichende Wurzelgeometrie aufweisen. *Raja casieri* STEURBAUT & HERMAN, 1978 basiert auf Zähnen weiblicher Individuen, die aber deutlich von den vorliegenden weiblichen Zähnen differieren. Ein vergleichbarer Typus tritt nach eigenen Proben in den USA erst im Miozän auf. Etwas problematisch sind *Raja heinze-*

*lini* STEURBAUT & HERMAN, 1978 und *R. ceciliae* STEURBAUT & HERMAN, 1978. Letztere Art könnte die männlichen, erstere die weiblichen Zähne einer Art darstellen. Vergleichbare Morphotypen lassen sich im jüngeren Neogen der USA nachweisen.

Weitere Bemerkungen siehe unter *Raja* sp. 5.

**Vorkommen:** Ashley Formation; North Carolina (Edisto River); Old Church Fm.; Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### ***Raja* sp. 2**

Abb. 18/14-17, Taf. 12 Fig. 4-5

**Material:** 35 Zähne: P15(5), P14(16), P12(1), P10(13).

**Beschreibung:** In Occlusalansicht besitzen die Kronen stark abgerundet rhombischen Umriß, wobei die der labiale Kronenrand deutlich vorspringt zu einer mehr oder weniger deutlichen, gerundeten Expansion. Die mesiale und die distale Ecke sind breit gerundet, von hier aus läuft der Transversalgrat gerade nach innen und mündet schnell in einer kräftigen Spitze. Lateral setzt sich der Transversalgrat in einer scharfen Kante fort, die den mesialen und distalen Kronenrand nach vorn (labial) begleitet. Von der Spitze her zieht sich eine gut gewölbte Zone über die Labialfläche nach vorn zum labialen Kronenrand. Mesial und distal davon ist die glatte Labialfläche etwas eingesenkt. Die Lingualfläche hinter dem Transversalgrat ist kurz und fällt schräg nach hinten ab.

Die Wurzel ist nicht breiter als die Krone und in Occlusalansicht nicht zu sehen. Ihre flache Basalfläche zeigt einen recht regulär rhombischen Umriß und zerfällt durch die scharfe, tiefe Nährfurche in zwei abgerundet dreieckige Loben.

**Diskussion:** Siehe unter *Raja* sp. 6.

**Vorkommen:** Calvert Fm. und St. Marys Fm., Maryland (Calvert Cliffs-Sektion).

### ***Raja* sp. 3**

Taf. 12 Fig. 7, 9-11

**Material:** ca. 75 Zähne P57.

**Beschreibung:** Die Zähne ähneln *Raja* sp. 2, unterscheiden sich aber deutlich in zwei morphologischen Details. Die mediane Expansion des labialen Kronenrandes ist breiter und durch eine leichte konkave Eindellung mehr oder weniger deutlich bifid gestaltet. Deutlicher noch ist die weitere Spreizung der beiden Wurzelloben, die Wurzelbasis ist mehr oder weniger signifikant breiter (abhängig von der Position in den Kiefern) als die Kronenbasis und ragt in Occlusalansicht unter der Krone lateral hervor. Ausbildung der Spitze und des scharfen mesialen und distalen Randes der Labialfläche entsprechen *R.* sp. 2.

**Diskussion:** Siehe unter *Raja* sp. 6.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

### ***Raja* sp. 4**

Taf. 13 Fig. 3-5

**Material:** ca. 4 Zähne (P57).

**Beschreibung:** Die Zähne aus dem Pliozän tragen auf einer abgerundet rhombischen Kronenbasis eine mehr oder weniger lange, schräg nach hinten gerichtete Spitze. Deren gewölbte Labialseite setzt sich als konvexe Zone auf der Labialfläche fort, von schmalen lateralen Depressionen begleitet. Die äußerst schmale Lingualfläche fällt steil zur Wurzel ab.

Die Wurzel selbst teilt sich in zwei deutlich gespreizte, etwa gleichgroße Loben, getrennt durch eine sehr breite Nährfurche. Durch die Spreizung wird die Wurzel breiter als die Krone.

**Diskussion:** Siehe unter *Raja* sp. 6.

**Vorkommen:** Yorktown Fm. (Rushmere Mbr.), North Carolina (Lee Creek Mine).

### ***Raja* sp. 5**

Abb. 18/18-19, Taf. 13 Fig. 1-2

**Material:** 3 Zähne (P57).

**Beschreibung:** Unter *Raja* sp. 4 werden Zähne mit einer niedrigen Krone und sehr kurzen Spitze zusammengefaßt. Im Umriß erreicht die Krone einen rundlichen bis gerundet und gedrunghen rhombischen Umriß. Die flache Labialfläche ist nur wenig nach vorn geneigt und bildet keine mediane Expansion am Labialrand. Vom Labialrand führt eine schmale Leiste zur Spitze, sonst bleibt die Labialfläche recht eben. Der niedrige, aber recht scharfe Transversalgrat konvergiert von beiden Seiten symmetrisch zur Spitze und trennt die relativ schmale, schräg nach unten abfallende Lingualfläche von der Labialfläche. Unter der Krone ragt die Wurzel nicht hervor, da sie relativ schmal bleibt.

**Diskussion:** Siehe unter *Raja* sp. 6.

**Vorkommen:** Yorktown Fm. (Rushmere Mbr.) North Carolina (Lee Creek Mine).

### ***Raja* sp. 6**

Taf. 12 Fig. 8

**Material:** 3 Zähne (P57).

**Beschreibung:** *Raja* sp. 6 umfaßt sehr kleine und sehr niedrige Zähne, die sich schon auf den ersten Blick von den anderen vorgestellten Taxa unterscheiden. Die etwa breit ovale Labialfläche der Krone ist sehr flach, nahezu eben und nur wenig nach labial geneigt. Von den Seiten läuft der sehr niedrige Transversalgrat ohne Bildung einer Spitze über die Krone und trennt die umfangreiche Labialfläche von der schmalen, steil abfallenden Lingualfläche. Letztere ist unter dem Transversalgrat häufig noch etwas eingesenkt.

Die Wurzel bleibt sehr niedrig und relativ plump. Ihre Basis kann etwas breiter oder schmaler sein als die Krone. Die schmale und nicht sehr tiefe Nährfurche teilt die ebene Basalfläche in zwei etwa gleichgroße, abgerundet dreieckige Loben.

**Diskussion:** Vor den Atlantikküsten der USA kommen zahlreiche *Raja*-Arten und einige verwandte Gattungen vor. Die artliche Bestimmung der fossilen Zähne setzt die genaue Kenntnis der Zähne dieser rezenten Vertreter voraus und eine Bestimmung ist nur mit dem hohen Aufwand einer detaillierten Untersuchung des rezenten Materials möglich (sofern dies überhaupt zu beschaffen ist). Weiterhin ist häufig ein starker Sexualdimorphismus vorhanden. Auch hier kann nur rezentes Material nähere Informationen liefern und die Entscheidung stützen, welche Zahntypen unter Umständen von männlichen und weiblichen Individuen einer Art stammen. Da die genannten Voraussetzungen fehlen, belasse ich es bei offener Nomenklatur. *Raja* sp. 2 und *Raja* sp. 3 könnten durchaus den männlichen und weiblichen Zahntypus einer Art repräsentieren. Beweisbar ist dies jedoch nicht, zumal andere Zahntypen in der Fauna vorkommen.

**Vorkommen:** Yorktown Fm. (Rushmere Mbr.), North Carolina.

### Subordo Pristioidei

#### Familia Pristidae B ONAPARTE, 1838

Genus *Anoxypristis* WHITE & MOY-THOMAS, 1941

Typus-Art: *Pristis cuspidatus* LATHAM, 1794

#### *Anoxypristis ensidens* (LEIDY, 1856)

\* 1856 *Pristis ensidens* LEIDY: 414.

1877 *Pristis ensidens*, - LEIDY: 252, Taf. 34 Fig. 34, ?31.

1990 *Pristis ensidens*, - KRUCKOW & THIES: 60.

**Diskussion:** Siehe unter *Pristis* sp.

**Vorkommen:** Undifferenziertes Miozän von South Carolina).

Genus *Pristis* LINCK, 1790

Typus-Art: *Squalus pristis* LINNAEUS, 1758

#### *Pristis amblodon* COPE, 1869

\* 1869 *Pristis amblodon* COPE: 312.

1908 *Pristis amblodon*, - HUSSAKOFF: 34, 35, Abb. 11.

1942 *Pristis amblodon*, - LERICHE: 22.

1990 *Pristis amblodon*, - KRUCKOW & THIES: 60.

**Diskussion:** Siehe unter *Pristis* sp.

**Vorkommen:** Mitteleozän von New Jersey.

#### *Pristis aquitanicus* DELFORTRIE, 1872

\* 1872 *Pristis aquitanicus* DELFORTRIE: 216, Taf. 10 Fig. 30-32.

1970 *Pristis aquitanicus*, - CAPPETTA: 83, Taf. 27 Fig. 13-14.

1990 *Pristis aquitanicus*, - KRUCKOW & THIES: 61.

**Diskussion:** Siehe unter *Pristis* sp.

**Vorkommen:** Miozän von Florida und Mittelmiozän von Mexiko (Baja California).

#### *Pristis agassizi* GIBBES, 1847

\* 1847 *Pristis agassizi* GIBBES: 11, Taf. 1 Fig. 6-7.

1942 *Pristis agassizi*, - LERICHE: 52.

1990 *Pristis agassizi*, - KRUCKOW & THIES: 60.

**Diskussion:** Siehe unter *Pristis* sp.

**Vorkommen:** Eozän? von South Carolina.

### Abb. 19

Abb. 19/1a-e: *Coupatezia* sp. 1

Zahn Nr. S29(P42), a: labial, b: lingual, c: basal, d: occlusal, e: lateral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 19/2a-e: *Coupatezia?* sp. 1

Zahn Nr. S30(P34), a: labial, b: occlusal, c: lingual, d: basal, e: lateral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 19/3-4: *Mobula* sp.

3a-c: Zahn Nr. 31(P15), a: labial, b: lateral, c: basal; Calvert Formation (Bed 10), Maryland (Aquasco). 4a-c: Zahn Nr. 32(P35), a: lateral, b: labial, c: basal; Old Church Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion, Bottoms Bridge).

Abb. 19/5-6: *Dasyatis cavernosa* (PROBST, 1877)

5a-d: Zahn Nr. S24(P2), männliches Individuum, a: labial, b: lateral, c: lingual, d: basal; 6a-c: Zahn Nr. S25(P2), weibliches Individuum, a: occlusal, b: basal, c: lateral; Choptank Formation (Drumcliffs Member), Maryland (Calvert Cliffs Sektion).

Abb. 19/7a-c: *Dasyatoidea*, familia incertae, gen. indet.

Zahn Nr. S31 (P47), a: labial, b: basal, c: lateral; Ashley Formation, South Carolina (Edisto River Sektion).

Abb. 19/8-9: *Dasyatis* sp. 3

8a-c: Zahn Nr. S26(P57), männliches Individuum, a: labial, b: lateral, c: basal; 9a-d: Zahn Nr. S27(P57), weibliches Individuum, a: labial, b: lateral, c: lingual, d: basal; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

### Fig. 19

Fig. 19/1a-e: *Coupatezia* sp. 1

Tooth No. S29(P42), a: labial, b: lingual, c: basal, d: occlusal, e: lateral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 19/2a-e: *Coupatezia?* sp. 1

Tooth No. S30(P34), a: labial, b: occlusal, c: lingual, d: basal, e: lateral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 19/3-4: *Mobula* sp.

3a-c: Tooth No. 31(P15), a: labial, b: lateral, c: basal; Calvert Formation (bed 10), Maryland (Aquasco). 4a-c: Tooth No. 32(P35), a: lateral, b: labial, c: basal; Old Church Formation, Virginia (Pamunkey River section, Bottoms Bridge).

Fig. 19/5-6: *Dasyatis cavernosa* (PROBST, 1877)

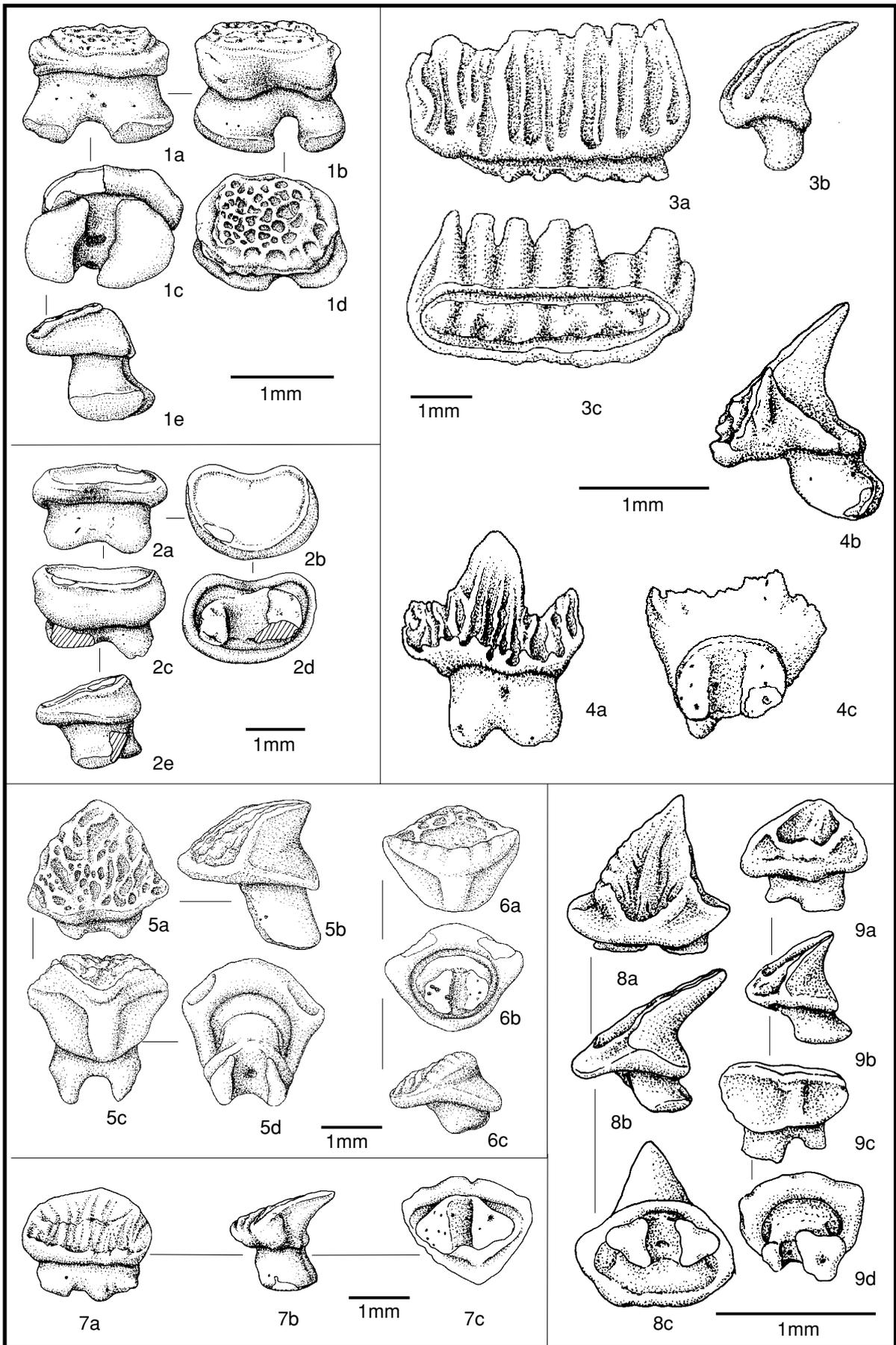
5a-d: tooth No. S24(P2), male, a: labial, b: lateral, c: lingual, d: basal; 6a-c: tooth No. S25(P2), female, a: occlusal, b: basal, c: lateral; Choptank Formation (Drumcliffs Member), Maryland (Calvert Cliffs section).

Fig. 19/7a-c: *Dasyatoidea*, familia incertae, gen. indet.

Tooth No. S31(P47), a: labial, b: basal, c: lateral; Ashley Formation, South Carolina (Edisto River section).

Fig. 19/8-9: *Dasyatis* sp. 3

8a-c: tooth No. S26(P57), male, a: labial, b: lateral, c: basal; 9a-d: tooth No. S27(P57), female?, a: labial, b: lateral, c: lingual, d: basal; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).



***Pristis lathami* GALEOTTI, 1837**

- \*1837 *Pristis lathami* GALEOTTI: 45, Taf. 2.  
 1990 *Pristis lathami*, - CASE & CAPPETA: 18-19, Taf. 8  
 Fig. 186-188.  
 1990 *Pristis lathami*, - KRUCKOW & THIES: 60.

Diskussion: Siehe unter *Pristis* sp.  
 Vorkommen: Obereozän von Georgia.

***Pristis pickeringi* CASE, 1981**

- \*1981 *Pristis pickeringi* CASE: 70, Taf. 9 Fig. 2.  
 1990 *Pristis pickeringi*, - KRUCKOW & THIES: 60.

Diskussion: Siehe unter *Pristis* sp.  
 Vorkommen: Obereozän von Georgia.

***Pristis* sp.**

Taf. 4 Fig. 5-6

Material: 6 Rostralzähne P49.

Diskussion: Wie bei den Pristiophoridae bilden auch bei den Pristidae die Rostralzähne eine relativ konservatives Element und unterliegen nur geringer morphologischer Abänderung. Dies erschwert die Bestimmung und viele der in der Literatur benannten Arten sind stark revisionsbedürftig. Die Oralzähne sind wesentlich interessanter für eine Bestimmung, werden aber wegen der geringen Größe selten gefunden.

Vorkommen: Belgrade Fm. (Haywood Landing Mbr.), North Carolina (White Oak River-Sektion).

Genus *Propristis* DAMES, 1883

Typus-Art: *Propristis schweinfurthi* DAMES, 1883

Syn.: *Eopristis* STROMER, 1905; *Amblypristis* DAMES, 1888.

***Propristis schweinfurthi* DAMES, 1883**

- \*1883 *Propristis schweinfurthi* DAMES: 136, Taf. 3 Fig. 1-2.  
 1981 *Propristis schweinfurthi*, - CASE: 71, Taf. 9 Fig. 3-6.  
 1990 *Pristis ensidens*, - KRUCKOW & THIES: 60.

Vorkommen: Obereozän von Georgia.

**Ordo Myliobatiformes****Superfamilia Dasyatoidea W HITLEY, 1940****Familia Dasytidae J ORDAN, 1888**

Genus *Dasyatis* RAFINESQUE, 1810

Typus-Art: *Raja pastinaca* LINNAEUS, 1758

***Dasyatis alveolata* (LERICHE, 1942)**

- \*1942 *Trygon alveolatus* LERICHE: 13, Taf. 1 Fig. 1-4.  
 1990 *Dasyatis alveolata*, - KRUCKOW & THIES: 63.

Diskussion: Eine völlig unsicheres Taxon, nach CAPPETTA (1987) Sclerorhynchide aus der Oberkreide.

Vorkommen: Unterpaleozän von Texas.

***Dasyatis borodini* CASE, 1981**

- \*1981 *Dasyatis borodini* CASE: 68, Abb. 7, Taf. 8 Fig. 1-2.  
 ?1981 *Dasyatis charlisae* CASE: 69, Abb. 8, Taf. 7 Fig. 1-4.  
 1990 *Dasyatis borodini*, - KRUCKOW & THIES: 63.  
 ?1990 *Dasyatis charlisae*, - KRUCKOW & THIES: 64.

Diskussion: Das von CASE aus der Barnwell Fm. beschriebene Material enthält offensichtlich die Zähne männlicher und weiblicher Individuen einer Art. Die Angaben sind etwas chaotisch, da als Material für *D. borodini* nur 1 Zahn (!) angegeben wird, aber neben dem Holotypus noch ein Paratypus erscheint. Beide Zähne sind stärker abgenutzte Exemplare weiblicher Individuen, deutlich am abgewetzten Transversalgrat und der auslöschenden Skulptur im Zentrum der Labialfläche zu erkennen (trotz der überstrahlten SEM-Photos bei CASE gut zu erkennen). Die Zähne der männlichen Individuen besitzen höhere Kronen mit einer stumpfen, aber deutlichen Spitze, die von den anterioren zu den posterioren Zähnen immer niedriger wird. Sehr gut vergleichbar sind die Zähne der stratigraphisch jüngeren Art *D. rugosa*. Bei ihnen ist aber die Ornamentierung der Labialfläche viel grober ausgebildet. Bei dem starken Sexualdimorphismus der *Dasyatis*-Arten und der relativ großen intraspezifischen Variabilität ist es wenig seriös, eine neue Art auf so wenige Zähne zu begründen.

Vorkommen: Obereozän von Georgia (Barnwell Formation).

***Dasyatis cavernosa* (PROBST, 1877)**

Abb. 19/5-6, Taf. 14 Fig. 1-10

- \*1877 *Raja cavernosa* PROBST: 75, Taf. 1 Fig. 1-4.  
 1927 *Trygon cavernosus*, - LERICHE: 39, Abb. 4-5, Taf. 5 Fig. 20-28 (mit ausführlicher Synonymie).  
 1970 *Dasyatis cavernosa*, - CAPPETTA: 88, Taf. 22 Fig. 1-13.  
 1980 *Dasyatis cavernosa*, - CASE: 94, Taf. 9 Fig. 1-2.  
 1990 *Dasyatis cavernosa*, - KRUCKOW & THIES: 64.

Material: 139 Zähne: P46(2), P47(32), P35(6), P36(1), P51(5), P52(67), P54(25), P2(1).

Diskussion: Die Art ist ambiatlantisch verbreitet, ähnlich wie der rezente pelagische Stechrochen *Dasyatis violcea*. Ob die Zähne beider Arten enge Beziehungen aufweisen, ist im Moment nicht zu ermitteln. Die von CASE (1981) als *D. charlisae* beschriebenen männlichen Zähne ähneln in ihrer generellen Morphologie sehr stark denen von *D. cavernosus*, besitzen aber eine wesentlich feinere und dichtere Grübchenskuulptur der Labialfläche.

Vorkommen: Ashley Fm., South Carolina (Edisto River); Belgrade Fm. (Haywood Landing Mbr.), umgelagert auch in Duplin Fm., North Carolina (White Oak River-Sektion); Old Church Fm., Virginia (Pamunkey River Fm.); Choptank Formation (Drumcliffs Member), Maryland (Calvert Cliffs).

***Dasyatis* sp. 1**

Taf. 13 Fig. 6-8, 10-11

Material: 7 Zähne: P15(2), P7(1), P2(3), P14(1); P10(1).

**Beschreibung:** Die breit rhombischen Kronen weiblicher Individuen zeigen eine flach gewölbte Labialfläche, überzogen von einer irregulären Grübchenskulptur. Der Transversalgrat bleibt sehr niedrig, verbreitert sich aber median deutlich und ist undeutlich gekerbt. Die Wuzeln sind recht schmal, etwas schräg zur Kronenachse gestellt und leicht asymmetrisch, wobei der mesiale Lobus etwas breiter als der distale ist. Die Zähne männlicher Individuen fallen durch ihre höher dreieckige Krone auf mit gut entwickelter Spitze. Die Skulptur ist analog zu den weiblichen Individuen ausgebildet.

**Diskussion:** Siehe unter *Dasyatis* sp. 2.

**Vorkommen:** Chesapeake Group von Maryland (Calvert Fm., Choptank Fm. und St. Marys Fm.).

***Dasyatis* sp. 2**

Taf. 13 Fig. 9

Material: 4 Zähne (P57).

**Beschreibung:** Die Zähne aus dem Pliozän ähneln den oligo-miozänen, sind schmaler und etwas höher. Damit fällt die Labialfläche deutlicher nach vorn ab, gleichzeitig ist die Lingualfläche merklich umfangreicher. Die Skulptur ist etwas gleichmäßiger und besteht aus einem dichten Netz rundlicher Grübchen.

**Diskussion:** Von den rezenten westatlantischen Arten besitze ich nur Kiefer des Southern Stingray (*Dasyatis americana*). Die Zähne ähneln den pliozänen sehr stark und könnten zur gleichen Art gehören. Da die Zähne der anderen Arten nicht bekannt sind, möchte ich die neogenen Zähne insgesamt nicht mit einem Artnamen belegen.

**Vorkommen:** Yorktown Fm. (Rushmere Mbr.), North Carolina (Lee Creek Mine).

***Dasyatis* sp. 3**

Abb. 19/8-9

Material: 2 Zähne (P57).

**Beschreibung:** Zahn Nr. S26 (Abb. 25/1) ist sehr gut erhalten und zeichnet sich durch eine sehr hohe, schräg nach lingual geneigte Spitze aus, welche sich aus einem niedrigen, breiteren Kronenrumpf erhebt und leicht nach distal geneigt ist. Aus labialer Sicht ist der ziemlich regulär dreieckige Umriß der Spitze gut zu erkennen. Der recht scharfe Transversalgrat bildet die Seiten des Dreiecks und ist etwas unregelmäßig gekerbt. Von den Seiten fällt die Labialfläche schräg nach innen ab und bildet eine flache, vertikale Depression, deren mediane Achse eine niedrige, irregulär begrenzte Schmelzleiste markiert. Einige schwache Furchen

laufen vom mesialen und distalen Rand der Spitze schräg nach innen. Die basale Grenze der Depression wird von einer transversal verlaufenden, niedrigen Schmelzleiste hergestellt, darunter bleibt der labiobasale Kronenrand glatt. In Profilansicht bildet die Krone einen deutlichen labialen Überhang über die recht kleine Wurzel. Letztere ist schräg nach lingual gerichtet, ragt aber auch lingual nicht unter der Krone hervor. Ihre beiden Loben mit abgerundet dreieckigen Basalflächen trennt eine tiefe und recht breite Nährfurchen, in der ein größeres zentrales Foramen zu erkennen ist. In Basalansicht erweist sich das labiale Visier der Krone als sehr schmal.

Der zweite Zahn zeigt eine vergleichbare Morphologie, nur ist die Spitze hier wesentlich niedriger. Die Depression auf der Labialfläche, basal begrenzt durch die Schmelzleiste, findet sich auch hier sehr gut ausgeprägt. Die Höhe der Spitze ist abhängig von der Position der Zähne in den Kiefern. Sie nimmt von anterioren zum posterioren Bereich kontinuierlich ab.

**Diskussion:** Nach der Kronenmorphologie handelt es sich um Zähne männlicher Individuen. Dazu passende weibliche Zähne sind im Material offensichtlich nicht vertreten.

**Vorkommen:** Yorktown Fm. (Rushmere Mbr.), North Carolina (Lee Creek Mine).

Genus *Hypolophodon* CAPPETTA, 1980

Typus-Art: *Hypolophodon sylvestris* (WHITE, 1931)

***Hypolophodon* sp.**

Abb. 18/11

Material: 1 Zahn (P42).

**Beschreibung:** Der Zahn ist weitgehend gut erhalten, nur die Wurzelbasis ist etwas korodiert. Die Krone besitzt bei abgerundet schief-rhombischem Umriß in Occlusalansicht eine glatte, relativ ebenen Oberfläche. Ein Transversalgrat fehlt. An allen Seiten fällt die Krone steil ab, nach unten noch etwas eingezogen und basal deutlich umgeschlagen, wobei das labiale Visier wesentlich breiter als das linguale ist. Das etwas vertiefte Zentrum der Oberfläche wird von den Rändern durch einen sehr schwachen, stumpfen Grat begrenzt. Lingual bildet die Krone eine schwach verdickte mediane Zone, welche basal in einem schwachen linguobasalen Kronenfortsatz ausläuft. Die Berührungszonen zu den benachbarten Zähnen im Kiefer markieren undeutliche Facetten an allen vier Seiten der Krone.

In Lateralansicht bildet die Krone einen kräftigen labialen Überhang und auch lingual ist ein leichter Überhang zu erkennen. Die Wurzel selbst bleibt niedriger als die Krone und ist auch deutlich enger, so daß die Krone an allen Seiten mehr oder weniger deutlich übersteht. Durch die breite Nährfurchen, welche ein rundliches Zentralforamen enthält, ist die Wurzel bilobat aufgeteilt. Die Nährfurchen ist schief zur labiolingualen Achse des Zahnes orientiert.

tiert, was zu einem asymmetrischen Bild führt, mit irregulär-ovalem Umriß der ziemlich ebenen Basisflächen. Sowohl lingual als auch labial sind an der Wurzel zwei kleine laterale Foramina vorhanden.

**Diskussion:** Der Zahn läßt sich am besten mit den Zähnen der paläogenen Gattung *Hypolophodon* vergleichen, unterscheidet sich aber in einigen Punkten deutlich von *H. sylvestris* und dem Eozän von Westeuropa, vor allem in der Zahl und Anordnung der lateralen Foramina. Allerdings bietet ein einziger Zahn eine wenig sichere Basis für einen Vergleich. Die generische Bestimmung indessen erscheint mir recht sicher.

**Vorkommen:** Piney Point Fm., Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### **Dasyatoidea, familia incertae**

Genus *Coupatezia* CAPPETTA, 1982

Typus-Art: *Coupatezia woutersi* CAPPETTA, 1982

#### ***Coupatezia* sp.**

Abb. 19/1

?1985 *Coupatezia* sp., - BOR: 105, Taf. 5 Fig. 9.

**Material:** 2 Zähne: P 41(1) und P42(1).

**Beschreibung:** Der Zahn ist bis auf eine Beschädigung am labialen Rand gut erhalten, vor allem auch die Skulptur der Labialfläche. Die Krone besitzt in Occlusalansicht einen rundlichen, etwas irregulär-welligen Umriß. Die umfangreiche Labialfläche fällt sehr schräg ab, die schmalere Lingualfläche viel steiler (gut zu erkennen in Profilansicht). Aus dieser Perspektive ist auch der weite labiale Kronenüberhang zu sehen. Den größten Teil der Labialfläche nimmt eine etwas erhöhte Zone mit irregulärer Grübchenskuulptur ein. Ein Netz von irregulären, mehr oder weniger scharfen Schmelzleisten trennt die Grübchen.

Die massive, große und bilobate Wurzel ist deutlich höher als die Krone und steht seitlich etwas über. Beide Loben trennt eine breite, scharf begrenzte und tiefe Nährfurchung, die ein großes zentrales Foramen beherbergt. Die Basalfläche der Wurzel ist eben, aber durch die Schrägstellung der Loben leicht nach außen angewinkelt. Die Labialfläche fällt steil ab, die Lingualfläche greift basal etwas in linguale Richtung aus, was im Profil zu einem konkaven Verlauf führt. Auf beiden Flächen sind einige kleine Foramina irregulär verstreut. Während die labial Begrenzung Krone-Wurzel relativ klar horizontal verläuft, ist sie lingual und median nach oben eingezogen

**Diskussion:** Einen sehr gut vergleichbaren Zahn bildet BOR ab (1985: Taf. 5 Fig. 9) als *Coupatezia* sp. ab (Eozän der Niederlande - Dongen Formation). Er könnte sehr gut zum gleichen Taxon gehören. Die Zuordnung zum Genus *Coupatezia* ist problematisch, da die Typus-Art *C. woutersi* CAPPETTA, 1982 aus dem Mitteleozän von Belgien in der Kronenmorphologie und Skulptur der Labialfläche signifikant abweicht. Bei weiteren Funden muß

vermutlich eine separate Gattung eingerichtet werden.

**Vorkommen:** Piney Point Fm., Virginia (Pamunkey River-Sektion).

#### ***Coupatezia* ? sp. 1**

Abb. 19/2

**Material:** 1 Zahn (P34).

**Beschreibung:** Der Zahn zeichnet sich durch eine niedrige und breite Krone aus, die in Occlusalansicht einen querovalen Umriß aufweist, mit einer konkaven Einbuchtung des Labialrandes. Die Labialfläche ist sehr schräg gestellt, glatt und leicht vertieft, umgeben von einem niedrigen Grat. Die ebenfalls glatte Lingualseite fällt steil zur Basis ab. Der Schmelz der Krone reicht auf der Unterseite etwas nach innen und bildet sowohl labial als auch lingual ein schmales Visier.

In Lateralansicht ist die Wurzel etwa gleich hoch wie die Krone und setzt etwas nach lingual zurückgezogen an, wodurch die Krone einen kurzen labialen Überhang bildet. Von der breiten, nicht sehr scharf begrenzten Nährfurchung geteilt, zerfällt die Wurzel in zwei etwas asymmetrische Loben, deren genauer Umriß wegen Korrosion nicht mehr exakt zu verfolgen ist. Auch Foramina lassen sich nicht mehr erkennen. Insgesamt ist die Wurzel etwas schief zur labiolingualen Achse der Krone gestellt, was auf eine posterolaterale bis posteriore Position des Zahnes im Kiefer schließen läßt.

**Diskussion:** Die Kronenmorphologie erinnert an ehesten an Zähne weiblicher Individuen von *Coupatezia woutersi* aus dem europäischen Eozän. Allerdings ist bei dieser Art eine Krenulation des Grates um die eingesenkte Labialfläche zu beobachten und nicht selten reicht die Skulptur in die Labialfläche. Ihre Stärke ist natürlich anhängig vom Grad der Abnutzung. Die Zahnwurzeln der ostatlantischen Art expandieren basal auch sehr deutlich, vor allem in linguale Richtung, wodurch sie hier auch deutlich unter der Krone hervortreten. Eine sichere Bestimmung des Zahnes ist nicht möglich.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

#### ***Coupatezia* ? sp. 1**

Taf. 13 Fig. 12

**Material:** 1 Zahn (P15).

**Diskussion:** Der einzige, sehr kleine Zahn zeigt eine ähnlich Morphologie wie der eozäne Zahn und läßt sich durchaus mit *Coupatezia* vergleichen. Leider ist die zur exakten Bestimmung unerläßliche Wurzel stark korrodiert. Sollte *Coupatezia* in Zukunft durch weiteres Material aus der Calvert Formation zweifelsfrei belegt werden, wäre dies der stratigraphisch jüngste Nachweis. Im ostatlantischen Tertiär ist die Gattung bisher nur aus dem

Paläogen bekannt.

Vorkommen: Calvert Fm., Maryland.

**Dasyatoidea, familia incertae, gen. indet.**

Abb. 19/7

Material: 1 Zahn (P47).

**Beschreibung:** Den einzigen Zahn charakterisiert eine gedrungene Krone mit deutlicher Spitze, die weit nach lingual und leicht nach distal geneigt ist. Die Labialfläche wird vom leicht konvexen Labialrand und dem Transversalgrat eingefasst. Sie besitzt einen etwas schief dreieckigen Umriß und ist nur schwach konvex bis annähernd eben. Etwas unterhalb der Spitze setzen flache und leicht unregelmäßige Schmelzleisten und Furchen ein, die bis zur Kronenbasis reichen. Etwa auf halber Höhe überquert eine schwache transversale Leiste die Labialfläche und wird durch die darüber laufenden vertikalen Furchen deutlich gekerbt. Die glatte Lingualfläche zeigt eine konkave Oberfläche und ist median, unter der Spitze, leicht verdickt. Der Schmelz der Krone zieht basal deutlich nach innen, wodurch ein relativ breites Visier entsteht, labial kaum breiter als lingual.

In Profilansicht setzt die Wurzel merklich nach lingual verschoben unter der Krone an, wodurch der labiale Kronenüberhang deutlich übersteht. Ihre Labial- und Lingualseite führt etwas schräg nach lingual gerichtet zu Basis, welche nur wenig konvex gewölbt ist. Der breite, aber nicht sehr tiefe Kanal trennt zwei Wurzelloben von abgerundet dreieckigem Umriß, die leicht nach außen angeschrägt sind. Im Kanal liegen zwei kleine Foramina, den beiden Wurzelloben angelehnt. Auf der Basalfläche beider Loben sind weitere, irregulär angeordnete Foramina zu erkennen.

**Diskussion:** Die Kronenmorphologie (vor allem in Lateralansicht) und die labiale Skulptur lassen sich gut mit den weiter unten beschriebenen *Mobula*-Zähnen vergleichen. Die Wurzel allerdings ist nicht typisch für diese Gruppe und erinnert eher an *Dasyatis*-Zähne. Eine gewisse Ähnlichkeit zu den Zahnkronen männlicher *Dasyatis*-Individuen ist ebenfalls nicht von der Hand zu weisen. Insgesamt sind mehr Beziehungen zu Dasyatoidea denn zu Mobuloidea zu erkennen, aber einer der behandelten *Dasyatis*-Arten läßt er sich nicht zuordnen. Auch die generische Stellung und Position innerhalb der Dasyatoidea muß offen bleiben.

Vorkommen: S. Carolina (Edisto River), Cooper Formation (Ashley Member, hangender Bereich).

**Superfamilia Myliobatoidea C OMPAGNO, 1973**

**Familia Myliobatidae B ONAPARTE, 1838**

Genus *Aetobatus* BLAINVILLE, 1816

Typus-Art: *Raja narinari* EUPHRASEN, 1790

**Bemerkungen:** Die Nomenklatur der tertiären Myliobatidae befindet sich in einem chaotischen Zustand, da zahlreiche Arten (mehr als 100) auf isolierte Zahnleisten begründet sind. Bis auf wenige gut definierte Arten dürften viele dieser Namen eine strenge Revision nicht überstehen. Dies betrifft auch einige der nachfolgend aufgeführten amerikanischen "Arten". Die Revision des in vielen Sammlungen international verstreuten Typusmaterials kommt einer Sisyphus-Arbeit gleich.

***Aetobatus arcuatus* (AGASSIZ, 1843)**

\* 1843 *Aetobatis arcuatus* AGASSIZ: 327.

1927 *Aetobatis arcuatus*, - LERICHE: 46, Taf. 6 Fig. 7-15 (dort ausführliche Synonymie).

1938 *Aetobatis arcuatus*, - LERICHE: 8.

1942 *Aetobatis arcuatus*, - LERICHE: 61, Taf. 4 Fig. 10-15.

1970 *Aetobatus arcuatus*, - CAPPETTA: 105, Taf. 24 Fig. 6-9.

1980 *Aetobatus arcuatus*, - CASE: 99.

1990 *Aetobatus arcuatus*, - KRUCKOW & THIES: 68.

Vorkommen: Miozän von Maryland, Virginia und North Carolina; Unter/Mittelmiozän von Costa Rica, Mittelmiozän von Panama und Venezuela.

***Aetobatus irregularis* (AGASSIZ, 1843)**

\* 1843 *Aetobatis irregularis* AGASSIZ: 327, Taf. 47 Fig. 3 u. 5.

1905 *Aetobatis irregularis*, - LERICHE: 107, Taf. 4 Fig. 35 (dort ausführliche Synonymie).

1942 *Aetobatis irregularis*, - LERICHE: 26, Taf. 2 Fig. 7-8.

1952 *Aetobatis irregularis*, - ARAMBOURG: 224, Taf. 32 Fig. 49.

1966 *Aetobatis irregularis*, - CASIER: 96, Taf. 10 Fig. 4-5 (dort ausführliche Synonymie).

1990 *Aetobatus irregularis*, - KRUCKOW & THIES: 68 (dort weitere Synonymie).

Vorkommen: Mitteleozän von New Jersey und Maryland, Oberpaleozän/Untereozän von Virginia. Nach eigenen Beobachtungen Piney Point Formation von Virginia.

Genus *Myliobatis* CUVIER, 18176

Typus-Art: *Raja aquila* LINNAEUS, 1758

Syn.: *Promyliobatis* JAEKEL, 1894; *Palaeomyliobatis* SILVA SANTOS & TRAVASSOS, 1960.

***Myliobatis bisulus* (MARSH, 1870)**

\* 1870 *Myliobates bisulus* MARSH: 229.

1942 *Myliobatis bisulus*, - LERICHE: 25.

1990 *Myliobatis bisulus*, - KRUCKOW & THIES: 66.

Vorkommen: Eozän von New Jersey.

***Myliobatis dixoni* (AGASSIZ, 1843)**

\* 1843 *Myliobatis dixoni* AGASSIZ: 319.

1877 *Myliobatis obesus*, - LEIDY: 236, Taf. 31 Fig. 6-1, Taf. 34 Fig. 44.

1942 *Myliobatis dixoni*, - LERICHE: 23.

- 1966 *Myliobatis dixonii*, - CASIER: 93, Taf. 9 Fig. 1 (dort ausführliche Synonymie).  
1990 *Myliobatis dixonii*, - KRUCKOW & THIES: 64.

Vorkommen: Mitteleozän von Maryland, Oberpaleozän und Untereozän von Maryland und Virginia.

***Myliobatis fastigatus* (LEIDY, 1877)**

- 1876 *Myliobates fastigatus*, - LEIDY: 86.  
\*1877 *Myliobates fastigatus* LEIDY: 238-239, Taf. 33 Fig. 6, ?Taf. 31 Fig. 11.  
1942 *Myliobatis fastigatus*, - LERICHE: 25.  
1990 *Myliobatis fastigatus*, - KRUCKOW & THIES: 65.

Vorkommen: Mitteleozän von New Jersey.

***Myliobatis gigas* COPE, 1867**

- 1867 *Myliobatis gigas*, - COPE: 140.  
1877 *Myliobates mordax* LEIDY: 234, 260, Taf. 33 Fig. 1-3.  
1942 *Myliobatis gigas*, - LERICHE: 60.  
1990 *Myliobatis gigas*, - KRUCKOW & THIES: 66.

Vorkommen: Miozän von Maryland und South Carolina.

***Myliobatis holmesi* (GIBBES, 1850)**

- 1850 *Myliobates holmesi*, - GIBBES: 193.  
\*1850 *Myliobates holmesi* GIBBES: 299, Taf. 42 Fig. 1-3.  
1942 *Myliobatis holmesi*, - LERICHE: 58.  
1990 *Myliobatis holmesi*, - KRUCKOW & THIES: 66.

Vorkommen: Miozän von South Carolina.

***Myliobatis jugosus* (LEIDY, 1877)**

- 1876 *Myliobates jugosus*, - LEIDY: 86.  
\*1877 *Myliobates jugosus* LEIDY: 240, Taf. 31 Fig. 4-5.  
1942 *Myliobatis jugosus*, - LERICHE: 26.  
1990 *Myliobatis jugosus*, - KRUCKOW & THIES: 65.

Vorkommen: Eozän von New Jersey.

***Myliobatis magister* (LEIDY, 1877)**

- 1876 *Myliobates magister*, - LEIDY: 86.  
\*1877 *Myliobates magister* LEIDY: 233, Taf. 33 Fig. 7.  
1901 *Myliobatis magister*, - EASTMAN: 100, Taf. 12 Fig. 3, Taf. 13 Fig. 1.  
1942 *Myliobatis magister*, - LERICHE: 59.  
1990 *Myliobatis magister*, - KRUCKOW & THIES: 66.

Vorkommen: Miozän von South Carolina.

***Myliobatis striatus* (BUCKLAND, 1837)**

- n.v.\*1837 *Myliobates striatus* BUCKLAND (2): 46, Taf. 27 Fig. 14.  
1843 *Myliobates striatus*, - AGASSIZ: 320.  
1850 *Myliobates transversalis* GIBBES: 299, Taf. 42 Fig. 4.  
1905 *Myliobatis striatus*, - LERICHE: 105 (dort weitere Synonymie).  
1942 *Myliobatis striatus*, - LERICHE: 24, 52.  
1990 *Myliobatis striatus*, - KRUCKOW & THIES: 65.

Vorkommen: Nach Literatur Eozän von New Jersey und South Carolina. Eigenes Material belegt das Vorkommen in der Piney Point Formation von Virginia (Pamunkey River-Sektion). Teilweise ist auch Umlagerung aus der Nanjemoy Formation (Woodstock Member) anzunehmen.

***Myliobatis vicomicanus* COPE, 1867**

- \*1867 *Myliobatis vicomicanus* COPE: 140.  
1877 *Myliobates vicomicanus*, - LEIDY: 242, Taf. 33 Fig. 5.  
1942 *Myliobatis vicomicanus*, - LERICHE: 59.  
1990 *Myliobatis vicomicanus*, - KRUCKOW & THIES: 65.

Vorkommen: Untermiozän von Maryland.

**Familia Rhinopterae J ORDAN & EVERMANN, 1896**

Genus *Rhinoptera* CUVIER, 1829

Typus-Art: *Myliobatis marginata* SAINT-HILAIRE, 1817

Syn.: *Zygobatis* AGASSIZ, 1838

***Rhinoptera dubia* (LEIDY, 1855)**

- \*1855 *Zygobates dubius* LEIDY: 396.  
1877 *Zygobates dubius*, - LEIDY: 247, Taf. 31 Fig. 21-35 (non Fig. 36-37).  
1942 *Rhinoptera dubia*, - LERICHE: 57.  
1958 *Rhinoptera dubia*, - KRUCKOW: 80.  
1990 *Rhinoptera dubia*, - KRUCKOW & THIES: 69.

Vorkommen: Miozän von South Carolina und Florida.

***Rhinoptera aff. brasiliensis* MÜLLER, 1835**

Taf. 15 Fig. 4-5

n.v.\*1835 *Rhinoptera brasiliensis* MÜLLER: 276, Taf. 9 Fig. 12.

aff.1953 *Rhinoptera brasiliensis*, - BIGELOW & SCHROEDER: 477-480, Fig. 109.

Material: zahlreiche Zahnleisten aus allen oberliozänen bis mittelmiozänen Formationen.

**Beschreibung:** Vor allem anhand des reichen Materials von Silverdale ist die Dentition des Taxons recht gut zu rekonstruieren. Die medianen und die beiden unmittelbar anschließenden lateralen Zahnleisten sind labiolingual komprimiert und in dieser Richtung wesentlich schmäler als in mesodistaler Richtung, wie aus den Maßen zu entnehmen ist. Daneben kommen Zähne vor, deren mesodistale Erstreckung nur wenig die der labiolingualen übersteigt. Bei den kleinsten Zähnen unterschreitet die mesodistale Erstreckung die labiolinguale. Die Zahnleisten des Unterkiefers besitzen eine ebene bis konkave Kaufläche (auch abhängig vom Grad der Abnutzung, ebenso wie die Kronenhöhe). Oberkieferzahnleisten sind meist leicht konvex gebogen, vor allem die symmetrischen aus der Medianreihe. Auch hier kann Abnutzung zu einem etwas abweichenden Bild führen.

Diskussion: Nach dem vorliegenden Mate-

rial besaß das Taxon eine Reihe medianer Zahnleisten, mesodistal stark verbreitert, flankiert von jeweils einer Reihe ebenfalls mesodistal stark verbreiteter Zahnleisten. Auf den distalen Seiten der Kiefer folgen einige Reihen kleiner, sechseckiger Zähne. Die Proportionen der Zahnleisten entsprechen recht gut denen der rezenten westatlantischen Art *R. brasiliensis*, sowohl median als auch lateral (zum Vergleich: Fig. 109 in BIGELOW & SCHROEDER, 1953: 479). Leider kann die Zahl der Zahnreihen der kleinen, lateralen Zähne ohne den Fund einer kompletten Zahnplatte nicht exakt ermittelt werden. Sie ist aber wichtig für eine sichere Artbestimmung, weshalb die fossilen Zahnleisten nur mit großem Vorbehalt in die Nähe der rezenten Art gestellt werden. *R. brasiliensis* kommt heute im tropischen Westatlantik (Südamerika) vor. Meldungen von der US-Atlantikküste sind nicht abgesichert (BIGELOW & SCHROEDER, 1953: 479) und mögen auf aberantenen Exemplaren von *R. bonasus* beruhen.

Vorkommen: Oberoligozän bis Mittelmiozän von Virginia und N. Carolina (Old Church Fm., Belgrade Fm., Calvert Fm., Pungo River Fm. und Choptank Fm.)

***Rhinoptera* sp. aff. *R. bonasus* (MITCHILL, 1815)**

Taf. 15 Fig. 7

aff. 1953 *Rhinoptera bonasus*, - BIGELOW & SCHROEDER: 470-475, Fig. 107, 108.

Material: zahlreiche Zahnleisten aus allen oberoligozänen bis mittelmiozänen Formationen.

Beschreibung: Parallel zu den unter *R. sp. aff. R. brasiliensis* beschriebenen Zahnleisten kommen im miozänen Material Zahnleisten einer weiteren *Rhinoptera*-Art vor, die sich durch wesentlich gedrungener und mesodistal ausgedehntere Zahnleisten auszeichnet (Maße zum Vergleich in Maßtabelle angegeben). Diese Zahnleisten lassen sich gut mit denen der rezenten Art *R. bonasus* vergleichen (BIGELOW & SCHROEDER, 1953: 473, Fig. 108). Die mesodistale Erstreckung der medianen Zahnleisten variiert beträchtlich, die anschließende laterale Reihe ist im Verhältnis zu Zahnleisten gleicher Position bei *R. brasiliensis* mesodistal wesentlich kürzer und labiolingual ausgedehnter. Die Zähne der beiden distalen Reihen auf jeder Seite der Kiefer sind in beiden Arten ähnlich. Die Zahl der lateralen Reihen bei der fossilen Form ist nicht zu eruieren, wodurch die Artbestimmung stark eingeschränkt wird. Die Stellung der fossilen Art *R. dubia* (LEIDY) im Verhältnis zu den beiden hier beschriebenen Taxa kann nur am Originalmaterial geklärt werden.

Diskussion: Die Gattung *Rhinoptera* ist auch aus dem Oligo-Miozän Westeuropas bekannt. Die isolierten Zahnleisten werden in der Regel der fossilen Art *R. studeri* (AGASSIZ, 1843) zugerechnet. Dieses Verfahren bedarf der Revision, da auch Zahnleisten bekannt geworden sind, die sich auf *R.*

*bonasus* beziehen lassen (VON DER HOCHT, 1978).

Vorkommen: Unter- bis Mittelmiozän von North Carolina und Maryland (Belgrade Fm., Calvert Fm., Choptank Fm. und Pungo River Fm.).

***Rhinoptera* sp. 1**

Material: 3 laterale Zahnleisten (P25).

Diskussion: Aus der Piney Point Formation liegen einige generisch sicher bestimmbare laterale Zahnleisten einer *Rhinoptera*-Art vor. Sie können spezifisch jedoch nicht näher identifiziert werden (etwas korrodiert), repräsentieren aber einen Typus mit labiolingual recht komprimierten Zahnleisten, ähnlich der rezenten Art *R. brasiliensis*. Dieser Typus findet sich auch unter den miozänen *Rhinoptera*-Zähnen (siehe Diskussion bei *R. sp. 2*).

Vorkommen: Virginia (Pamunkey River-Sektion), Mitteleozän (Piney Point Formation).

***Rhinoptera* sp. 2**

1942 *Rhinoptera* sp., - LERICHE: 57.

Diskussion: Aus den Ausführungen bei LERICHE ist nicht zu entnehmen, welchem der beiden oben behandelten miozänen Taxa das Material zugeordnet werden könnte.

Vorkommen: Miozän von Maryland.

**Superfamilia Mobuloidea W HITLEY, 1936**

**Familia Mobulidae G ILL, 1893**

Genus *Burnhamia* CAPPETTA, 1976

Typus-Art: *Rhinoptera daviesi* WOODWARD, 1889

***Burnhamia daviesi* (WOODWARD, 1889)**

\* 1889 *Rhinoptera daviesii* WOODWARD: 126, Taf. 3 Fig. 6.

1966 *Rhinoptera daviesi*, - CASIER: 92, Taf. 9 Fig. 8-9 (dort ausführliche Synonymie).

1980 *Rhinoptera daviesi*, - CASE: 94, Taf. 8 Fig. 6.

1981 *Rhinoptera daviesi*, - CASE: 71, Taf. 9 Fig. 7.

1990 *Rhinoptera daviesi*, - KRUCKOW & THIES: 69.

Vorkommen: Obereozän von Georgia, "Trent Marl" von North Carolina.

Genus *Manta* BANCROFT, 1829

Typus-Art: *Raja birostris* DONNDORFF, 1798

Syn.: *Paramobula* PFEIL, 1981; ?*Eomanta* PFEIL, 1981.

***Manta melanyae* CASE, 1980**

\* 1980 *Manta melanyae* CASE: 96-97 (partim), Taf. 10 Fig. 1 (non Taf. 10 Fig. 2 = *Mobula* n. sp.).

1990 *Manta melanyae*, - KRUCKOW & THIES: 70 (partim).

Vorkommen: "Trent Marl" von North Carolina.

***Manta unios* (LEIDY, 1877)**

\* 1877 *Ceratoptera unios* LEIDY: 248, Taf. 34 Fig. 1-2.

1942 *Ceratoptera unios*, - LERICHE: 63.

1990 *Manta unios*, - KRUCKOW & THIES: 70.

Vorkommen: Miozän von South Carolina.

Genus *Mobula* RAFINESQUE, 1810

Typus-Art: *Mobula auriculata* RAFINESQUE, 1810

***Mobula* sp.**

Abb. 19/3-4, Taf. 15 Fig. 1-3

1980 *Manta melanyae* CASE: 96-97 (partim), Taf. 10

Fig. 2 (non Taf. 10 Fig. 1 = *Manta melanyae*).

Material: 7 Zähne: P47(3), P35(3), P15(1).

**Beschreibung:** Typisch für sämtliche Zähne ist eine Krone mit einem in zwei lange Finger auslaufenden Mesodistalgrat und einer weit nach lingual gerückten, labiolingual komprimierten Wurzel. Bei Zahn Nr. S32 (Abb. 19/4) sind Krone und Wurzel sehr gut erhalten. Die Kronewird von einem scharfen Mesodistalgrat überquert, der die schräg gestellte Labialfläche von der steiler abfallenden Lingualfläche trennt. Der Mesodistalgrat bildet median zwei fingerförmige Spitzen. Eine weitere kurze Spitze ist mesial vorhanden, während der Mesodistalgrat distal nur eine stumpfe Ecke formt. Die etwas eingesenkte Labialfläche trägt vier kräftige, vertikale Schmelzleisten, die nicht bis zur Kronenbasis reichen. Der labiale Kronenrand verläuft irregulär wellig, mit zwei breiten Kerben im medianen Bereich. Der Schmelz der Krone ist basal um geschlagen und bildet ein recht breites labiales Visier, während das linguale Visier nur sehr schmal ausfällt.

An der schmalen, hohen Wurzel, die weit hinten ansetzt und Raum für einen sehr breiten labialen Kronenüberhang läßt, führt eine breite, aber nicht sehr tiefe und scharfe Nährfurchung zu einer bilobaten Morphologie. Die beiden Flanken der Wurzel divergieren etwas nach unten (gut zu sehen in Labialansicht), wodurch die Wurzel basal etwas breiter als apikal wird. Sie ragt aber lateral nicht unter der Krone hervor.

Zahn Nr. S347(P35) (Taf. 15 Fig. 2) ist deutlich breiter, zeigt aber ebenfalls wieder die beiden kräftigen Finger des Mesodistalgrates. Lateral flankierende Spitzen fehlen. Auf der Labialfläche ist die Skulptur aus breiten Schmelzleisten und Furchen vertikal orientiert und erlischt kurz vor der Kronenbasis. Auch die Wurzel ist breiter, labiolingual aber ebenfalls komprimiert und weit nach lingual gerückt. Sie ist stärker korrodiert. Gleiches trifft für Zahn Nr. S348(P35) (Taf. 15 Fig. 3). Hier ist die Krone noch etwas breiter und bildet zwei starke mediane Finger, lateral flankiert von zwei lateralen, ebenfalls recht starken Spitzen. Auch hier findet sich wieder eine labiale Skulptur aus vertikalen, etwas irregulären Schmelzleisten und Furchen.

Ein Zahn aus dem Plum Point Member der Calvert Fm. von Maryland (Nr. S31, Abb. 19/1) ist sehr breit und zeigt einen Transversalgrat mit 8 etwas ungleichmäßig starken Spitzen. Die Labialfläche trägt eine Skulptur aus kräftigen vertikalen Schmelzleisten und Furchen, analog zu den wesentlich schmaleren anderen Zähnen. Die Wurzel ist ebenfalls labiolingual stark komprimiert, aber sehr breit. Ihre Basis ist war korrodiert, läßt aber noch die Anlage von breiten Furchen und Lamellen erkennen (etwa 8 Lamellen). Die Profilansicht von

allen Zähnen ist trotz der unterschiedlichen Breite sehr ähnlich.

**Diskussion:** Trotz der unterschiedlichen Breite der Zähne ist die Skulptur der Labialfläche und die fingerförmige Gliederung des Transversalgrates bei allen Zähnen sehr ähnlich entwickelt. Das legt zunächst die Vermutung nahe, daß es sich um Zähne einer Art handelt, aus unterschiedlicher Position in den Kiefern. Weiterhin sind zahnmorphologische Differenzen von einem deutlichen Sexualdimorphismus herzuleiten. Bei der rezenten westatlantischen *Mobula hypostoma* besitzen die Weibchen im medianen Bereich der Kiefer sehr breite Zähne mit niedrigen Kronen, die lateral immer schmaler werden. Die Fingerung der Kronen, bei den fossilen Zähnen so scharf ausgebildet, fehlt bei den Zähnen der rezenten Art weitgehend. Die Zähne der Männchen sind schmaler, spitzer und höher. Sie besitzen in der Regel eine Hauptspitze und ein Paar meist rudimentärer Nebenspitzen. Bei der rezenten Art *M. rochebrunei* ist die Hauptspitze oft geteilt, wie bei den vorliegenden fossilen Zähnen. Doch weichen auch hier die Zähne der weiblichen Individuen deutlich ab. Die vorliegenden Zähne repräsentieren wohl eine fossile Art, reichen aber noch nicht zu deren sicherer Diagnose aus.

Fossile Arten sind bisher aus Europa beschrieben worden: *M. loupianensis* CAPPETTA, 1970 sowie *M. pectinata* CAPPETTA, 1970 aus dem Miozän und *M. irenae* PFEIL, 1981 aus dem Unteroligozän. *Manta melanyae* CASE, 1981 wird von CAPPETTA (1987) zu *Manta* gestellt, von PFEIL (1981) zu *Mobula*. Die unterschiedliche Interpretation könnte auf der Tatsache beruhen, daß CASE (1981: Taf. 10 Fig. 1) als Holo- und Paratypus zwei sehr unterschiedliche Zähne abgebildet hat. Der Holotypus mit seiner scharfen Skulptur der Labialfläche und seiner hohen Krone könnte durchaus zu *Manta* gehören. Der Paratypus ist zweifellos ein *Mobula*-Zahn, der zum hier beschriebenen Taxon paßt.

**Vorkommen:** Old Church Formation, Virginia; Ashley Formation, South Carolina; Obereozän von Georgia; "Trend Marl" von North Carolina.

Genus *Plinthicus* COPE, 1869

Typus-Art: *Plinthicus stenodon* COPE, 1869

***Plinthicus stenodon* COPE, 1869**

Taf. 15 Fig. 6

- \* 1869 *Plinthicus stenodon* COPE: 276, Taf. 9 Fig. 12.
- 1942 *Plinthicus stenodon*, - LERICHE: 62.
- 1970 *Plinthicus stenodon*, - CAPPETTA: 113, Taf. 25 Fig. 6-9.
- 180 *Plinthicus stenodon*, - CASE: 99.
- 1990 *Plinthicus stenodon*, - KRUCKOW & THIES: 70.

**Material:** zahlreiche Zahnleisten aus allen oberoligozänen bis mittelmiozänen Formationen.

**Vorkommen:** Old Church Formation, Virginia; Ashley Formation (oberer Bereich), South Carolina; "Trend Marl", Belgrade Fm. und Pungo River Fm. von North Carolina; Calvert Fm. von Maryland und Virginia.

### 4.3. Teleostei - Actinopterygii

#### Ordo Anguilliformes

#### Subordo Albuloidei

#### Familia Albulidae B LEEKER, 1859

Genus *Albula* SCOPOLI (ex GRONOW), 1777

Typus-Art: *Esox vulpes* LINNAEUS, 1758 (rezent)

#### *Albula bashiana* (FRIZZLE, 1965)

\*1965 *Metalbula bashiana* FRIZZLE:

1985 *Albula bashiana*, - NOLF: 39.

Vorkommen: Eozän, Mississippi.

#### "genus *Albulidarum*" *alabamae* (FRIZZLE, 1965)

\*1965 *Archealbula alabamae* FRIZZLE:

1985 "genus *Albulidarum*" *alabamae*, - NOLF: 40.

Vorkommen: Paleozän, Alabama.

#### "genus *Albulidarum*" *meridiana* (FRIZZLE, 1965)

\*1965 *Eoalbula meridiana* FRIZZLE:

1985 "genus *Albulidarum*" *meridiana*, - NOLF: 40.

Vorkommen: Eozän, Alabama.

#### Familia Pterothrissidae GILL, 1893

Genus *Pterothrissus* HILGENDORF, 1877

Typus-Art: *Pterothrissus gissu* HILGENDORF, 1877 (rezent)

#### *Pterothrissus* aff. *umbonatus*

(KOKEN, 1884)

Abb.20/1-2

aff.v\*1884 *Otolithus (incertae sedis) umbonatus* KOKEN: 557, Taf. 12 Fig. 12.

aff.v1884 *Otolithus (incertae sedis) minor* KOKEN: 557, Taf. 12 Fig. 12.

aff.1981 *Pterothrissus umbonatus*, - SCHWARZHANS: 81-83 (dort weitere Synonymie).

Material: 24 Otolithen: P25(2), P31(5), P34(1), P38(1), P41(2), P42(9), P43(1), P67(1), P68(2).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OL/OH
48(P25)	3,7	2,2	1,68
49(P25)	4,1	2,6	1,58

Bemerkungen: Es stehen nur frühjuvenile bis juvenile Otolithen zur Verfügung. Der größte gut erhaltene Otolith ist in Abb. 20/1 dargestellt. Die frühjuvenilen Otolithen besitzen einen gleichmäßiger ovalen Umriß und eine wesentlich stärkere Skulptur als die Adulti, wobei die feinen radialen Furchen und Wülste auf der Innenseite über das gesamte Ventralfeld bis zum Ventralrand des Sulcus reichen können. Mit zunehmendem Wachstum stellt sich sehr schnell der nach hinten verjüngte

Umriß der Otolithen ein. Weiterhin glättet die Skulptur während der Ontogenese aus. Vergleicht man die vorliegenden Otolithen mit Wachstumsreihen von *Pterothrissus*-Otolithen aus dem europäischen Tertiär (siehe *Pterothrissus umbonatus* KOKEN, 1884 aus dem Oligozän - MÜLLER, 1996), so stellen selbst die größten vorhandenen Exemplare Jugendstadien dar, die noch nicht alle diagnostisch wichtigen Merkmale entwickelt haben. Daher ist Zurückhaltung bei der artlichen Bestimmung angebracht.

Diskussion: Im Vergleich paläogener *Pterothrissidae*-Otolithen kommen die vorliegenden Exemplare denen der Art *P. erhardvogti* (ROEDEL, 1930) und *P. umbonatus* (KOKEN, 1891) aus dem europäischen Paläogen am nächsten. Eine weitere Art, *P. pervetustus* STINTON, 1958 aus dem australischen Paläogen, zeichnet sich durch eine sehr gestreckte Form aus (L/H-Index bei 1,7 und mehr), verbunden mit einem stark verjüngten Caudalende. Allerdings sind von dieser Art bisher nur juvenile Otolithen beschrieben worden, wodurch sich nicht sicher interpretierbar erscheint. Die Otolithen aus der Piney Point Formation liegen in ihren Proportionen dichter an *umbonatus* als an *erhardvogti*. Sichere *umbonatus*-Otolithen (Adulti) sind in Europa ab Obereozän bekannt, *P. erhardvogti* vom Paleozän bis zum Obereozän.

Vorkommen: Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

#### *Pterothrissus* sp. 1

Abb. 20/3

Material: 5 Otolithen: P27(3), P30(1), P40(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OL/OH
901(P40)	3,6	2,3	1,57

Diskussion: Aus dem Woodstock Member der Nanjemoy Formation konnten nur sehr kleine, frühjuvenile Otolithen gewonnen werden. Sie liegen noch weit unterhalb der diagnostisch verwertbaren Größe. Das größte und besterhaltene Exemplar ist in Abb. 20/3 abgebildet. Die Otolithen sind gedrungener als die von *P. aff. umbonatus* aus der Piney Point Formation, vor allem caudal nicht so stark verjüngt. Diese Merkmale teilen sie mit *P. erhardvogti* ROEDEL, 1930. Möglicherweise gehören sie zu dieser Art, doch sind diese ontogenetischen Stadien nicht sicher zuzuordnen.

Vorkommen: Nanjemoy Formation (Woodstock Member - höchster Bereich), Virginia (Pamunkey River-Sektion).

#### *Pterothrissus* sp. 2

Material: 1 Otolith P35.

Diskussion: Der einzige Otolith aus der Old Church Formation von Bottoms Bridge ist ebenfalls ein frühjuveniles Exemplar weit unterhalb einer

diagnostisch verwertbaren Größe. Daher ist jede Spekulation über eine artliche Bestimmung überflüssig. Er stimmt recht gut mit entsprechenden Altersstadien von *P. umbonatus* aus dem deutschen Oberoligozän überein.

Vorkommen: Oberoligozän (Old Church Formation), Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### ***Pterothrissus* sp. 3**

1983 *Pterothrissus* sp.- FITCH & LAVENBERG: 511, Fig. 1A.

Diskussion: Eigenes Material von Lee Creek Mine steht nicht zur Verfügung. Das Taxon ist sehr selten, denn von FITCH & LAVENBERG ist nur ein Otolith erwähnt und abgebildet worden. Die Abbildung bei FITCH & LAVENBERG erlaubt eine Interpretation des Otolithen. Die Gesamtform, der Verlauf des Ventralrandes und des Dorsalrandes (mit der Einbuchtung über dem Ostium) sind gut vergleichbar mit Otolithen der ostatlantischen Art *P. darbelhamriensis* SCHWARZHANS, 1981 aus dem Pliozän von Marokko. Das nordamerikanische Material gehört vermutlich zu *P. darbelhamriensis*, und diese Art besaß demnach vermutlich eine ambiatlantische Verbreitung. Abzusichern ist diese Vermutung nur durch Funde adulter Otolithen. Die ebenfalls im Pliozän des nordostatlantischen Raumes (Mittelmeer) vorkommende Art *P. compactus* SCHWARZHANS, 1981 unterscheidet sich in vielen Merkmalen so deutlich, daß sie nicht für einen direkten Vergleich in Frage kommt. Ähnliches gilt für die rezenten Arten *P. belloci* CADENAT, 1937 (vor Westafrika) und *P. gissu* HILGENDORF, 1877 (vor Japan).

In seiner Bearbeitung der Pterothrissidae-Otolithen weist SCHWARZHANS (1981) darauf hin, daß die rezente ostatlantische Art nicht enger verwandt ist mit *P. darbelhamriensis* und *P. compactus*. Beide lassen sich nach SCHWARZHANS als Descendenten der *umbonatus*-Gruppe auffassen, die im höheren Pliozän oder im tieferen Pleistozän aussterben. Der rezente *P. belloci* soll sich vielmehr vom eoänen Formenkreis um *P. erhardvogti* herleiten.

Vorkommen: Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

### **Subordo Anguilloidei**

#### **Familia Heterenchelyidae R EGAN, 1912**

Genus *Panturichthys* PELLEGRIN, 1913

Typus-Art: *Panturichthys mauretanicus* PELLEGRIN, 1913

#### **"genus aff. *Panturichthys* " *colei* n. sp.**

Abb. 20/4-5, Taf. 16 Fig. 2

?\*1965 *Eosolea texana* DANTE & FRIZZEL in FRIZZEL & DANTE: 716-717, Taf. 88 Fig. 15 u. 20.

Holotypus: Nr. 399(P33), Abb. 20/5.

Paratypen: Nr. 230(P34), Abb. 20/4 und 823(P25), Taf. 16 Fig. 4.

Locus typicus: Virginia, Hanover County, Pamunkey River, Property Eanes (loc. Nr. 21).

Stratum typicum: Mitteleozän, Claibornean, Piney Point Formation, Bed A.

Derivatio nominis: Nach Mrs. und Mr. Cole in Erinnerung an ihre Hilfe bei den Geländearbeiten.

Diagnose: Otolithen klein, dick und rundlich im Umriß. Außenseite in horizontaler Richtung nahezu eben, Innenseite stark konvex. In vertikaler Richtung beide Seiten konvex. Postdorsaleck immer deutlich entwickelt, Prädorsaleck weniger. Sulcus relativ weit und flach, ostial deutlich nach oben gebogen, ausgefüllt von einem ungliederten Colliculum.

Material: 11 Otolithen: P25(4), P33(1), P34(4), P38(1), P42(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
823(P25)	1,9	1,65	--	1,15	--	Paratypus
230(P38)	2,5	2,0	0,9	1,25	2,78	Paratypus
399(P33)	2,9	2,3	1,1	1,26	2,64	Holotypus

Beschreibung: Der sehr gut erhaltene Holotypus, ein adultes Exemplar, ist gedrungen, dick und besitzt einen angenähert kreisförmigen Umriß. In der Längsachse zeigt er die Anlage einer schwachen Biegung, die jedoch durch das starke Dickenwachstum überkompensiert ist. Daher ist die Außenseite in horizontaler Richtung wenigstens eben bis schwach konvex gewölbt, gegliedert durch einige flache Unebenheiten. Die Innenseite dagegen ist sehr stark gewölbt.

Der Dorsalrand besitzt eine stumpfe prädorsale und eine ebenfalls stumpfwinklige, aber etwas besser abgesetzte postdorsale Ecke. Dazwischen verläuft er schwach konvex gebogen und fällt dabei nach vorn etwas ab. Von der prädorsalen Ecke führt er ein kurzes Stück bis zum Dorsalrand des Sulcus herab. Der Ostialrand bildet eine abgerundete Ecke, ebenso das caudale Ende des Otolithen. Zwischen postorsaler Ecke und Caudalende erstreckt sich der schräg nach hinten gerichtete Hinterrand. Er verläuft dabei fast geradlinig und ist nur andeutungsweise konkav eingebogen. Der Ventralrand schließlich beschreibt einen nahezu ideal halbkreisförmigen Bogen zwischen dem ostialen und caudalen Ende des Otolithen. Alle Ränder sind glatt.

Der ungliederte Sulcus liegt genau in medianer Position. Er ist relativ weit, flach und im vorderen Teil noch etwas erweitert. Vom Punkt der maximalen Erweiterung knickt der Ventralrand des Sulcus deutlich nach oben ab und ist schräg zum ostialen Ende des Otolithen gerichtet. Der Sulcus wird von einem ungliederten und recht dicken Colliculum ausgefüllt. Über dem Sulcus liegt eine schwach vertiefte, länglich ovale und glatte Area. Die undeutliche Ventrallinie verläuft sehr randnah, so daß unter dem stark gewölbten und glatten Ventralfeld nur Raum für einen sehr schmalen Randsaum bleibt.

Ontogenie und Variabilität: Die Variabilität der Otolithen hält sich in recht engen Grenzen und betrifft vor allem die Gestaltung des Dorsalrandes. Hier können die Ecken mehr oder weniger deutlich ausgebildet sein, ebenso differiert

der Verlauf des dazwischen liegenden Abschnittes des Dorsalrandes. Die Sulcus-Morphologie bleibt jedoch sehr konstant, mit der deutlichen Aufbiegung im vorderen Teil. Sehr gering ist auch die Variation im Dickenwachstum. Die etwas kleineren Otolithen zeigen schon alle wesentlichen Merkmale und stammen von wenigstens mittelgroßen Fischen. Frühjuvenile Otolithen fehlen. Sie müssen angesichts der geringen Größe der Adulti sehr klein sein, kleiner als die Maschenweite des feinsten benutzten Siebes (0,63mm).

**Diskussion:** Zur gleichen Gruppe gehören die von DANTE & FRIZZELL, 1965 der neu errichteten fossilen Gattung *Eosolea* [Typus-Art: "genus Heterenchelyidarum" *subcircularis* (SHEPERD, 1916)] zugerechneten Otolithen, die aus der Wheelock Formation und den Stone City Beds (Claibornean) von Texas stammen. Dazu stellen die Autoren ebenfalls zwei neue Arten: *Eosolea texana* und *Eosolea clai-bornensis*. Der Artnamen *texana* ist nicht verfügbar, da die Art nicht nach IRZN-Kodex beschrieben wurde (Holotypus nicht abgebildet, der abgebildete Paratypus offensichtlich erodiert) und deshalb als invalide angesehen wird. Nach Mitteilung von NOLF ist auch der Holotypus stark erodiert. *Eosolea clai-bornensis*, ebenfalls aus der Wheelock Formation von Texas, ist allein nach Beschreibung und Abbildung der Autoren schwer interpretierbar. Der von DANTE & FRIZZELL in Taf. 88 Fig. 13, 18 und 22 abgebildete Holotypus besitzt eine ähnliche Sulcusmorphologie und Dicke wie "genus aff. *Panturichthys*" *colei* n. sp., aber eine deutlich abweichende Form der Ränder. Vor allem der Ventralrand ist nicht so stark konvex und verläuft im mittleren Teil annähernd gerade und horizontal. Der Otolith scheint auch stärker korrodiert zu sein. Der als Fig. 14 abgebildete Otolith (Paratypus) ist annähernd kreisrund und zeigt einen engeren Sulcus. Er kommt damit dem nachstehend beschriebenen Taxon ("genus aff. *Panturichthys* sp.") nahe, welches sich durch einen engeren Sulcus von "genus aff. *Panturichthys*" *colei* unterscheidet. Die Art *clai-bornensis* sensu DANTE & FRIZZELL ist damit ebenfalls recht dubios und könnte zwei Arten enthalten, wobei der Holotypus von *clai-bornensis* stark korrodiert und nicht sicher interpretierbar ist. Auch dieser Artname wird als nomen dubium angesehen und verworfen.

Aus dem Paläogen Europas sind ebenfalls einige Heterenchelyidae-Arten beschrieben worden. "genus Heterenchelyidarum" *richardsi* NOLF, 1988 (Eozän der Aquitaine) besitzt einen ähnlichen Umriß und Sulcus, ist aber dünner und die Außenseite konkav in horizontaler Richtung. Der Sulcus der europäischen Art ist etwas gedrungener und weiter. "genus Heterenchelyidarum" *circularis* (SHEPERD, 1916) aus dem Obereozän von England unterscheidet sich ebenfalls durch abweichenden Umriß und Sulcusmorphologie. Die Otolithen von *Panturichthys subglaber* (SCHUBERT, 1906) aus dem Miozän Europas sind gestreckter und weniger massiv. Sie nähern sich denen der rezenten Art *P. mauretani-*

*cus* PELLEGRIN, 1913 stärker an als der eozänen Gruppe.

Nach gegenwärtigem Kenntnisstand umfaßt die Familie Heterenchelyidae zwei rezente Gattungen: *Panturichthys* PELLEGRIN, 1913 und *Pythonichthys* POEY, 1968. Die Otolithen der ostatlantische Art *Panturichthys mauretanicus* PELLEGRIN, 1913 (Typus der Gattung - Otolith abgebildet in STEURBAUT, 1984: Taf. 1 Fig. 11) sind relativ gedrun-gen und den fossilen eozänen Otolithen recht ähnlich. Die Otolithen der rezenten Art *P. fowleri* (BEN TUVIA, 1953) sind gestreckter. Vermutlich kommt dem Umriß der Otolithen ein bedeutender Rang für die Artbestimmung zu. Otolithen von rezenten Vertretern der Gattung *Pythonichthys* [*P. microphthalmus* (REGAN, 1912) und *P. macrurus* (REGAN, 1912) aus dem tropischen Ostatlantik - Otolithen in NOLF & STRINGER, 1992- differieren deutlich im Umriß (*P. macrurus* gestreckter), und zeigen einen etwas engeren Sulcus. Sie sind auch nicht so dick wie das fossile Material. Die paläogenen Arten können eine fossile Gattung repräsentieren, da sie insgesamt etwas vom Typus der Otolithen der neogen-rezenten *Panturichthys*- und *Pythonichthys*-Arten differieren. Auf der anderen Seite dürfte es schwer fallen, innerhalb der insgesamt recht merkmalsarmen Gruppe morphologische Kriterien zur Abgrenzung von Gattungen auf Otolithenbasis herauszuarbeiten. In den Schelfregionen der nordamerikanischen Atlantikküsten sind beide Gattungen heute wohl nicht vertreten (nicht verzeichnet in ROBINS, RAY & DOUGLASS, 1986).

Der Gattungsname *Eosolea* FRIZZELL & DANTE, 1965 geht von der Annahme aus, das es sich um Soleidae-Otolithen (Pleuronectiformes) handelt. Es sind jedoch typische Anguilloidei-Otolithen, die weitgehend mit denen der Gattung *Panturichthys* übereinstimmen.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### "genus aff. *Panturichthys*" sp.

Abb. 20/6-7

?1965 *Eosolea clai-bornensis* DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE: 716 (partim), Taf. 88 Fig. 14, non Fig. 13, 18, 22 = *Eosolea clai-bornensis* (non valide - vermutlich syn. zu "genus aff. *Panturichthys*" *colei* n. sp.).

**Material:** 3 Otolithen: P25(1), P33(1), P68 (1).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
400(P33)	1,3	1,0	--	1,3	--
40(P33)	2,7	2,1	0,9	1,29	3,0

**Beschreibung:** Die Otolithen sind klein, dick und besitzen einen gedrun-gen ovalen Umriß. Eine Biegung in der Längsachse ist kaum vorhanden. Die Außenseite ist in horizontaler Richtung schwach konvex, die Innenseite stärker konvex gewölbt. Dabei verteilt sich die Wölbung nicht gleichmäßig auf der Innenseite, sondern der zentrale Be-

reich mit dem Sulcus ist deutlich etwas herausgehoben. Der schwach konvexe Dorsalrand endet hinten an einer stumpf gerundeten postdorsalen Ecke. Der Hinterrand bildet einen recht gleichmäßigen Bogen und geht ohne scharfe Begrenzung in den ebenfalls gleichmäßig konvexen Ventralrand über. Am Ventral- und Dorsalrand sind häufig noch Andeutungen einer randlichen Skulptur zu erkennen.

Der Sulcus liegt etwa median bis ganz leicht supramedian. Er ist relativ eng, flach, ungegliedert und wird von einem dünnen, ungeteilten Colliculum ausgefüllt. Ostial biegt er etwas nach oben um. Über dem Sulcus liegt eine länglich-ovale, wenig vertiefte und glatte Area. Die Ventrallinie ist (erhaltungsbefehlt?) nur schwach ausgeprägt und verläuft sehr randnah. Randliche Skulpturen greifen nicht auf das gewölbte und glatte Ventralfeld über.

**Ontogenie und Variabilität:** Die Variabilität hält sich in engen Grenzen und betrifft im wesentlichen nur die Gestaltung der Ränder und der Skulptur. Letztere ist manchmal etwas deutlicher entwickelt, fehlt aber häufig auch ganz. Bei dem in Taf. Fig. 6 vorgestellten, kleineren Otolithen treffen sich Ventral- und Hinterrand in einer gerundeten und nur angedeuteten, ventral verschobenen Ecke.

**Diskussion:** Die Otolithen unterscheiden sich vor allem durch den deutlich engeren Sulcus von "genus aff. *Panturichthys*" *colei*. Dies könnte zwar in der Variationsbreite von *colei* liegen, doch fehlen Otolithen, die zwischen beiden Taxa vermitteln. Daher halte ich beide vorläufig getrennt.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### **Familia Congridae K AUP, 1856** **"Paraconger" -Gruppe"**

Die Otolithen der *Paraconger*-Gruppe (fossil wichtigste Gattungen: *Ariosoma* und *Paraconger*) sind mehr oder weniger gedrunken und besitzen eine typisch sigmoidale Schwingung des Sulcus (bzw. dessen Ventralrandes - SCHWARZHANS, 1980: 15). Während die Otolithen bei *Ariosoma* immer sehr gedrunken und hoch sind, kommen bei *Paraconger* ± gestreckte Otolithen vor. Bei gedrunkenen Arten kann die Abgrenzung zu *Ariosoma* schwierig werden.

Genus *Paraconger* KANAZAWA, 1961

Typus-Art: *Echelus caudilimbatus* POEY, 1867

#### ***Paraconger americanus* n. sp.**

Abb. 20/11-17

Holotypus: Linke Sagitta Nr.13(P69), Abb. 20/11).

Paratypen: Nr 228(P34), 35(P66), 34(P66), 207(P38), 28(P31) und 206(P38), Abb. 20/12-17.

Locus typicus: Virginia, Hanover County, Pamunkey River (loc. 25).

**Stratum typicum:** Mitteleozän, Claibornean, Piney Point Formation (mittlerer Teil von Bed A, Probe P69).

**Derivatio nominis:** lat. "americanus" = der Amerikaner, nach dem Vorkommen im amerikanischen Eozän.

**Diagnose:** Adulti langoval im Umriß, caudal gerundet, rostral zugespitzt, relativ dünn. Innenseite in horizontaler Richtung konvex, Außenseite leicht konkav bis eben. Sulcus gerade, horizontalorientiert, caudal etwas erweitert und abgerundet verschlossen.

**Material:** 32 Otolithen: P25(12), P31(2), P34(2), P38(6), P66(4), P68(3), P69(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
34(P66)	1,75	1,2	0,5	1,46	3,5	Paratypus
28(P31)	3,25	2,1	--	1,55	--	Paratypus
35(P66)	3,3	2,0	0,8	1,65	4,13	Paratypus
13(P69)	9,4	5,8	2,1	1,62	4,48	Holotypus

**Beschreibung:** Der Holotypus, eine große, adulte, linke Sagitta, besitzt einen länglich-ovalen Umriß, mit gerundetem Hinterende und stumpf Rostrum-artig ausgezogenem Vorderende. Er ist in der Längsachse kräftig gebogen und relativ zur Länge recht dünn. Die Innenseite ist in horizontaler Richtung stark konvex, die Außenseite deutlich konkav. In vertikaler Richtung sind beide Seiten konvex, die Innenseite jedoch wesentlich stärker gewölbt. Auf der Außenseite sind einige irreguläre, flache Erhebungen vorhanden.

Am Dorsalrand fällt eine gut markierte prädorsale Ecke auf, von der der Rand schräg nach vorn abfällt, etwas wellig gegliedert. Eine stumpfe postdorsale Ecke ist angedeutet, zu ihr steigt der Dorsalrand von der prädorsalen Ecke schräg ab, bei etwa geradlinigem Verlauf. Der Hinterrand ist stark konvex gebogen und geht fließend in den weniger konvexen Ventralrand über, dessen stärkste Biegung etwas vor der Mitte liegt, ziemlich genau in der Position der prädorsalen Ecke. Insgesamt ist hier der Otolith am höchsten.

Der relativ lange und schmale Sulcus nimmt eine etwas supramediane Position ein. Er verläuft exakt horizontal, mit einem geraden Dorsalrand. Der Ventralrand ist caudal etwas ausgebogen, so daß sich der Sulcus hier leicht erweitert. Gleichzeitig ist dieser caudale Bereich deutlich vertieft. Von hier aus zieht sich der Ventralrand dann gerade nach vorn und ist im ostialen Bereich wieder etwas ausgebogen. Am Vorderende biegt der Ventralrand des Sulcus kurz vor dem Vorderrand des Otolithen nach oben um und verliert sich sehr schnell. Die dorsale Erweiterung des Sulcus ist sehr weit nach vorn verschoben, wobei dessen Dorsalrand fast rechtwinklig nach oben umbiegt. Insgesamt ist der ostiale Teil des Sulcus gegenüber dem Mittelabschnitt ebenso vertieft wie der caudale Teil. Ein flaches, dünnes und ungegliedertes Colliculum bedeckt nahezu den gesamten Boden des Sulcus.

Über dem Sulcus erstreckt sich eine längliche, kaum vertiefte und undeutliche Area. Die Ventrallinie liegt randnah und ist nicht sehr deutlich ausgebildet. Das gewölbte Ventralfeld zeigt in seinem vorderen Teil einige irreguläre, schräge Furchen, sonst

ist es glatt.

**Ontogenie und Variabilität:** Von dieser Art steht eine nahezu lückenlose Wachstumsreihe von Otolithen zur Verfügung. Die frühjuvenilen Otolithen weisen noch eine mehr oder weniger deutliche Kerbung der Ränder auf. Sie sind weiterhin caudal auch deutlicher verjüngt. Diese Merkmale frühontogenetischer Stadien verschwinden bei zunehmendem Wachstum sehr schnell, und schon knapp mittelgroße Otolithen (etwa bei halber Länge des Holotypus) zeigen alle diagnostisch wichtigen Merkmale und können sicher bestimmt werden.

**Diskussion:** Siehe unter *Paraconger solidus* n. sp. (nachfolgend beschriebene Art).

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

***Paraconger solidus* n. sp.**

Abb. 20/ 8-10

?1888 *Otolithus (Platessae) sector* KOKEN: 292-293 (partim), Taf. 17 Fig. 14 (non Fig. 15 u. 16 =*Paraconger sector*).

?1929 *Otolithus (Platessae) sector* CAMPBELL: 273-274 (partim), Taf. 28 Fig. 14 (non Fig. 15 u. 16 =*Paraconger sector*).

**Holotypus:** Nr. 10/P67, Abb. 20/8.

**Paratypen:** Nr. 58/P25 u. 59/P25, Abb. 20/9-10.

**Locus typicus:** Virginia, Hanover County, Pamunkey River bei Farm Horseshoe (loc. 24).

**Stratum typicum:** Eozän, Claibornean, Piney Point Formation, Bed A (oberer Abschnitt).

**Derivatio nominis:** von lat. "solidus" = gedrun-gen, nach dem gedrun-genen Habitus der Otolithen.

**Diagnose:** Adulti gedrun-gen, hoch und massiv. Durch Biegung in Längsachse Innenseite stärker konvex als die schwach konvexe, median schon angedeutet konkave Außenseite. In vertikaler Richtung beide Seiten konvex. Der Schwerpunkt des gleichmäßig konvexen Ventralrandes liegt vor der Mitte, Hinterrand ist schräg abgestutzt. Sulcus in medianer Position, leicht sigmoidal geschwungen, ostial etwas in dorsale Richtung aufgebogen, caudal schräg abgestutzt. Ventrallinie sehr randnah.

**Material:** 124 Otolithen (überwiegend juvenil): P25(65), P31(1), P32(3), P33(1), P34(8), P38(11), P41(8), P42(12), P66(8), P67(4), P68(3).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
58(P25)	3,3	2,3	--	1,43	--	Paratypus
59(P25)	3,8	2,3	--	1,36	--	Paratypus
10(P67)	5,8	4,5	1,7	1,29	3,41	Holotypus

**Beschreibung:** Der Holotypus besitzt einen etwa ovalen Umriß, mit breit gerundetem Ostial- und schräg abgestutztem, verjüngten Caudalende. Er ist in der Längsachse deutlich gebogen, mit schwach konvexer Außenseite (dort mediane Depression) und stark konvexer Innenseite. In vertikaler Richtung sind beide Seiten deutlich konvex, die Innenseite jedoch wesentlich stärker als die Außenseite. Die Skulptur der Außenseite beschränkt sich auf einige flache, verschwommene Unebenheiten.

Der Dorsalrand bildet durch die stark ausge-

baute mediane Partie einen konvexen Bogen und verläuft dabei flach undulös. Hinten führt er von einem scharfen Knick schräg abwärts zum stumpfen Postdorsaleck. Vom Postdorsaleck erstreckt sich der Hinterrand fast senkrecht nach unten, bei leicht konvexem Verlauf, und geht fließend in den stärker konvexen Ventralrand über. Dieser besitzt einen merklich nach vorn verschobenen Schwerpunkt und setzt sich im gleichmäßig konvexen Bogen in den Vorderrand fort. Am Hinterrand und am hinteren Bereich des Ventralrandes findet sich eine schwache, ziemlich feine Kerbung.

Der genau median sitzende, flache und mäßig weite Sulcus reicht caudal ziemlich dicht an den Hinterrand heran und ist sehr charakteristische geschwungen. Sein Dorsalrand beschreibt einen flach konvexen Bogen zwischen Ostialkanal und Caudalende. Der Ventralrand folgt diesem Verlauf zunächst parallel, biegt dann aber hinten leicht in ventraler Richtung ab und markiert somit eine schwache caudale Erweiterung des Sulcus, die auch etwas vertieft ist. Hinter der maximalen Ausbiegung steigt er wieder schräg zum Caudalende an und erscheint auf diese Weise wie sehr schräg abgestutzt. Vorn biegt der Sulcus in einen kurzen, engen und schräg nach hinten gerichteten Ostialkanal ein. Ein flaches, ungeteiltes Colliculum füllt den gesamten Sulcus aus.

Unter dem Sulcus erstreckt sich eine glatte, stark gewölbte Ventralfläche, durch eine sehr randnah verlaufende Ventrallinie vom schmalen Randsaum getrennt. Die randliche Skulptur des postero-ventralen Bereiches greift nicht auf das Ventralfeld über. Die Area über dem Sulcus ist kaum vertieft, glatt und teilweise von einer schwachen Linie gegen den Randbereich begrenzt.

**Ontogenie und Variabilität:** Juvenile Otolithen besitzen schon die gleiche charakteristische Schwingung des Sulcus mit dem schräg abgestutzten Caudalende. Sie lassen sich damit sicher von anderen Taxa abgrenzen. Sie sind jedoch caudal etwas stärker verjüngt als die Adulti und besitzen häufig ein zugespitztes Caudalende. Auch die starke Ausbuchtung des Dorsalrandes ist noch wesentlich stärker vom übrigen Dorsalrand abgesetzt. Diese Unterschiede werden mit zunehmendem Wachstum soweit abgebaut, daß sich die mehr rundlichen und gedrun-generen Formen der Adulti einstellen. Lediglich die Bestimmung sehr kleiner, frühjuveniler Otolithen ist problematisch. Sie sind dem nachfolgend aufgeführten Taxon (*P.sector*) sehr ähnlich.

**Diskussion:** *Paraconger americanus* n. sp. gehört zu den Arten mit sehr elongaten Otolithen. Es konnte kein fossiles Taxon ermittelt werden, welches den vorliegenden Otolithen direkt vergleichbar wäre. Am nächsten stehen die Otolithen einiger reinter Arten, z.B. *Paraconger californiense* KANAZAWA, 1961 aus dem Ostpazifik oder *Paraconger notialis* KANAZAWA, 1961 aus dem tropischen Ostatlantik. Sie zeigen die gleiche gestreckte Gestalt und Sulcus-Morphologie, sind jedoch nicht so

stark gebogen und etwas dicker. Weiterhin ist der vordere Teil des Dorsalrandes zu einer kräftigen anterodorsalen Expansion ausgebogen. Der Sulcus ist etwas weiter, besitzt aber etwa die gleiche Schwingung des Ventralrandes wie bei den fossilen Otolithen. Im Umriß näher kommen die Otolithen von *Parabatmya brazosiensis* DANTE und FRIZZELL, 1965 aus Claibornean von Texas. Sie sind deutlich dünner (mit einer auffälligen zentralen Verdickung der Außenseite), besitzen einen sehr abweichend gestalteten Dorsalrand und ein spitz ausgezogenes Caudalende. Diese Otolithen können nicht bei *Pa-*

*raconger* untergebracht werden. Aus dem europäischen Eozän ist mit *Paraconger papointi* (PRIEM, 1906) eine ähnliche Art bekannt geworden, die sich durch einen anderen Umriß auszeichnet (gedrungen tropfenförmiger, mit kürzerem Sulcus). NOLF (1985) synonymisiert damit *Paraconger calvus* STINTON, 1975 aus dem englischen Eozän. Ähnlich hierzu ist auch *Paraconger meridies* (FRIZZELL & LAMBER, 1962) aus dem Eozän von Mississippi, welcher ebenfalls einen recht kurzen Sulcus zeigt.

*Paraconger solidus* repräsentiert den sehr gedrungenen, *Ariosoma*-artigen Typ von *Paraconger*.

### Abb. 20

Abb. 20/1-2: *Pterothrissus* aff. *umbonatus* (KOKEN, 1884).

1: linke Sagitta Nr. 48(P25), Innenseite; 2: linke Sagitta Nr. 49(P25), Innenseite; Piney Point Formation (Basis von Bed A); Virginia (Pamunkey River, "Devils Hole").

Abb. 20/3: *Pterothrissus* sp. 1

rechte Sagitta Nr. 961(P40), Innenseite; Nanjemoy Formation (Woodstock Member), Virginia (Pamunkey River).

Abb. 20/4-5: "genus aff. *Panturichthys*" *colei* n. sp.

3a-c: rechte Sagitta Nr. 230(P38), Paratypus, a: Innenseite, b: Außenseite, c: dorsal; 4a-d: rechte Sagitta Nr. 399(P25), Holotypus, a: Innenseite, b: ostial, c: dorsal, d: ventral. Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River).

Abb. 20/6-7: "genus aff. *Panturichthys*" sp.

6: juvenile linke Sagitta Nr. 400(P33); Innenseite; 7a-b: rechte Sagitta Nr. 40(P68), a: Innenseite, b: dorsal. Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River).

Abb. 20/8-10: *Paraconger solidus* n. sp.

8a-c: adulte rechte Sagitta Nr. 10(P67), a: Innenseite, b: dorsal, c: ventral; 9: juvenile rechte Sagitta Nr. 58(P25), Innenseite, 10: juvenile linke Sagitta Nr. 59(P25), Innenseite; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River Sektion.

Abb. 20/11-17: *Paraconger americanus* n. sp.

alle neben dem Holotypus abgebildeten Exemplare sind Paratypen. 11a-b: adulte linke Sagitta Nr. 13(P69), Holotypus, a: Innenseite, b: dorsal; 12a-d: juvenile linke Sagitta Nr. 228(P34), a: Innenseite, b: Außenseite, c: dorsal, d: ventral; 13a-c: juvenile rechte Sagitta Nr. 35(P66), a: Innenseite, b: dorsal, c: Außenseite; 14: juvenile rechte Sagitta Nr. 28(P31), Innenseite; 15: juvenile linke Sagitta Nr. 206(P38), Innenseite; 16: juvenile rechte Sagitta Nr. 207(P38), Innenseite; 17a-d: frühjuvenile linke Sagitta Nr. 34(P66), a: Außenseite, b: Innenseite, c: dorsal, d: ventral; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River Sektion.

Abb. 20/18a-c: "genus aff. *Paraconger*" *ovatus* n. sp.

subadulte linke Sagitta Nr. 50(P68), Holotypus, a: linnen, b: außen, c: ventral; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River Sektion.

Abb. 20/19-21: *Gnathophis* sp.

linke Sagittae Nr. 16(P57), 17(P57), 23(P57), Innenseite; Yorktown Formation, Rushmere Member; North Carolina, Lee Creek Mine.

Abb. 20/22: *Gnathophis* aff. *dissimilis* (FRIZZELL & LAMBER, 1962)

rechte Sagitta Nr. 409(P27), Innenseite.

Abb. 20/23-27: *Hildebrandia* aff. *gracilior* (GINSBURG, 1951)

23: linke frühjuvenile Sagitta Nr. 18(P57); 24: rechte frühjuvenile Sagitta Nr. 30(P57); 25: linke subadulte Sagitta Nr. 31(P57); 26: linke subadulte Sagitta Nr. 19(P57); 27: linke subadulte Sagitta Nr. 20(P57); alles Innenseite; Yorktown Formation, Rushmere Member; North Carolina, Lee Creek Mine.

Abb. 20/28-30: *Hildebrandia* sp.

28: rechte adulte Sagitta Nr. 29(P57); 29: rechte adulte Sagitta Nr. 12(P57); 30: rechte juvenile Sagitta Nr. 25(P57); alles Innenseite; Yorktown Fm., Rushmere Member; N. Carolina, Lee Creek Mine.

Abb. 20/31-32: *Hildebrandia* aff. *flava* (GOODE & BEAN, 1896)

31: linke adulte Sagitta Nr. 29(P57); 32: rechte juvenile Sagitta Nr. 23(P57); alles Innenseite; Yorktown Formation, Rushmere Member; North Carolina, Lee Creek Mine.

### Fig. 20

Fig. 20/1-2: *Pterothrissus* aff. *umbonatus* (KOKEN, 1884).

1: left Sagitta No. 48(P25), inner face; 2: left Sagitta No. 49(P25), inner face; Piney Point Formation (base of bed A), Virginia (Pamunkey River, "Devils Hole").

Fig. 20/3: *Pterothrissus* sp. 1

right sagitta No. 961(P40), inner face; Nanjemoy Formation (Woodstock Member), Virginia (Pamunkey River).

Fig. 20/4-5: "genus aff. *Panturichthys*" *colei* n. sp.

4a-c: right sagitta No. 230(P38), paratype, a: inner face, b: outer face, c: dorsal; 5a-d: right sagitta No. 399(P25), holotype, a: inner face, b: ostial, c: dorsal, d: ventral. Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River).

Abb. 20/6-7: "genus aff. *Panturichthys*" sp.

3: juvenile left sagitta No. 400(P33); inner face; 4a-b: right sagitta No. 40(P68), a: inner face, b: dorsal. Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River).

Fig. 20/8-10: *Paraconger solidus* n. sp.

8a-c: adult right sagitta No. 10(P67), a: inner face, b: dorsal, c: ventral; 9: juvenile right sagitta Nr. 58(P25), inner face, 10: juvenile left sagitta No. 59(P25), inner face; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River section.

Fig. 20/11-17: *Paraconger americanus* n. sp.

11a-b: adult left sagitta No. 13(P69), holotype, a: inner face, b: dorsal; 12a-d: juvenile left sagitta No. 228(P34), paratype, a: inner face, b: outer face, c: dorsal, d: ventral; 13a-c: juvenile right sagitta No. 35(P66), paratype, a: inner face, b: dorsal, c: outer face; 14: juvenile right sagitta No. 28(P31), paratype, inner face; 15: juvenile left sagitta No. 206(P38), paratype, inner face; 16: juvenile right sagitta No. 207(P38), paratype, inner face; 17a-d: very juvenile left sagitta No. 34(P66), paratype, a: outer face, b: inner face, c: dorsal, d: ventral; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River section.

Fig. 20/18a-c: "genus aff. *Paraconger*" *ovatus* n. sp.

subadult left sagitta No. 50(P68), holotype, a: inner face, b: outer face, c: ventral; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River section.

Fig. 20/19-21: *Gnathophis* sp.

left sagittae No. 16(P57), 17(P57), 23(P57), inner face; Yorktown Formation, Rushmere Member; North Carolina, Lee Creek Mine.

Fig. 20/22: *Gnathophis* aff. *dissimilis* (FRIZZELL & LAMBER, 1962)

right sagitta No. 409(P27), inner face.

Fig. 20/23-27: *Hildebrandia* aff. *gracilior* (GINSBURG, 1951)

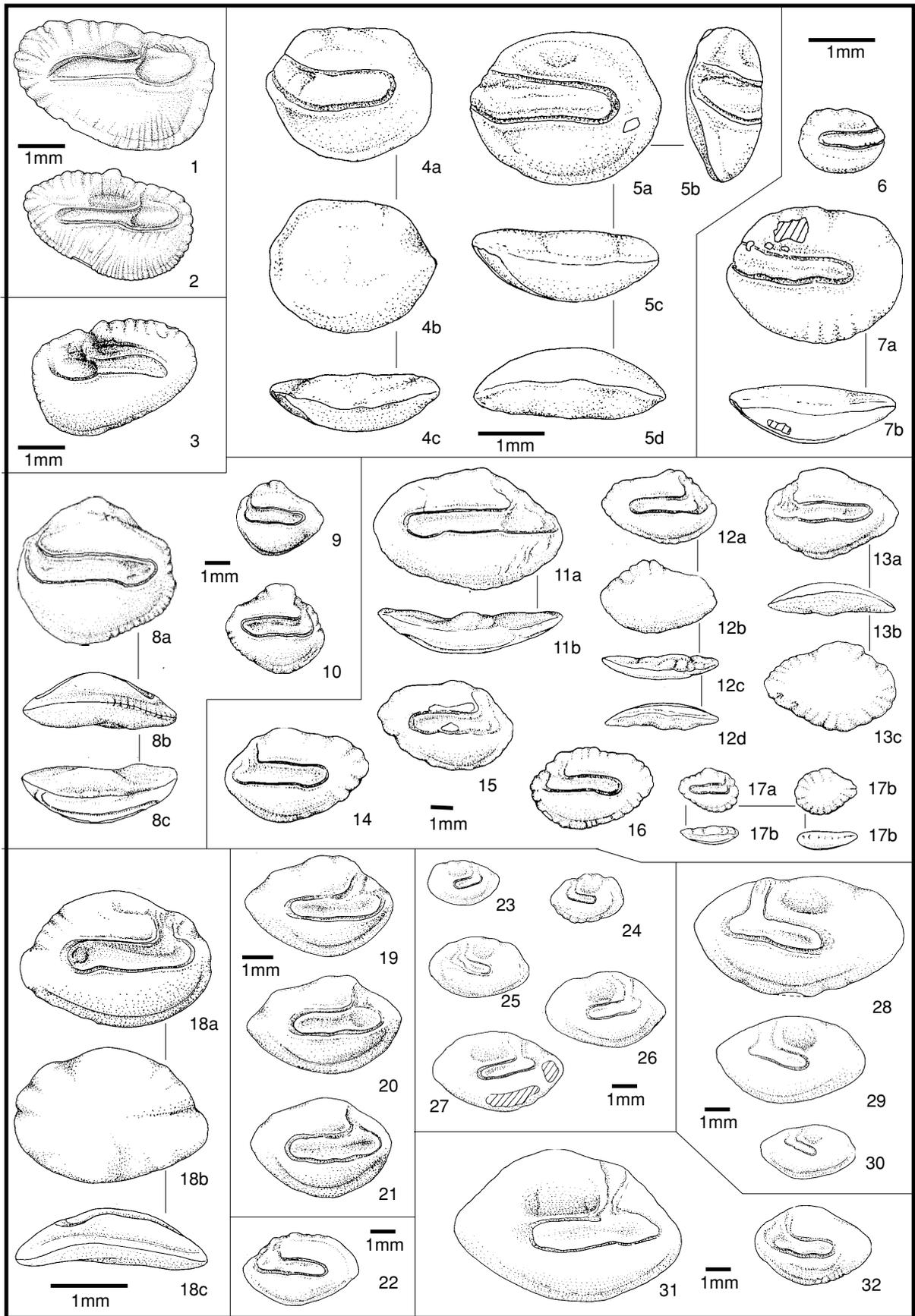
23: left early juvenile sagitta No. 18(P57); 24: right early juvenile sagitta No. 30(P57); 25: left subadult sagitta No. 31(P57); 26: left subadult sagitta No. 19(P57); 27: left subadult sagitta No. 20(P57); inner face; Yorktown Formation, Rushmere Member; North Carolina, Lee Creek Mine.

Fig. 20/28-30: *Hildebrandia* sp.

28: right adult sagitta No. 29(P57); 29: right adult sagitta No. 12(P57); 30: right juvenile sagitta No. 25(P57); all inner face; Yorktown Formation, Rushmere Member; North Carolina, Lee Creek Mine.

Fig. 20/31-32: *Hildebrandia* aff. *flava* (GOODE & BEAN, 1896)

31: left adult sagitta No. 29(P57); 32: right juvenile sagitta No. 23(P57); all inner face; Yorktown Formation, Rushmere Member; North Carolina, Lee Creek Mine..



Nächstverwandte Art ist *Paraconger sector* (KOKEN, 1888) aus dem Claibornian bis Vicksburgian der Golfküste. Adulti dieser Art sind noch wesentlich gedrungener und höher, und die Expansion des Dorsalrandes ist stärker ausgebaut. Deutlich unterschiedlich ist auch die Schwingung des Sulcus. Das Material von KOKEN (1888: Taf. 17 Fig. 14-16 ist heterogen und besteht aus zwei Arten. Fig. 15 und 16 repräsentieren typischen *P. sector*-Otolithen, Fig. 14 ähnelt sehr stark juvenilen *P. solidus*-Otolithen und gehört vermutlich hierher. Die typischen *sector*-Otolithen stammen vermutlich aus jüngeren Schichten (Jacksonian oder Vicksburgian). Im Jacksonian soll die Art sehr häufig sein.

Paläogene *Paraconger*-Arten der sehr gedrunge- nen Form sind auch in Europa verbreitet. Am häufigsten wird *Paraconger sawagei* (PRIEM, 1906) (oder dessen Synonyma) genannt, der sich schon durch seine stark ausgebaute dorsale Expansion von dem amerikanischen Material unterscheidet. Andere Nennungen erfolgten in offener Nomenklatur.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

#### ***Paraconger sector* (KOKEN, 1888)**

1888 *Otolithus (Platessae) sector* KOKEN: 292-293 (partim), Taf. 17 Fig. 15-16 (non Fig. 14 = ?*P. solidus* n. sp.).

1929 *Otolithus (Platessae) sector*, - CAMPBELL: 273-274, Taf. 28 Fig. 15-16 (non Fig. 14 = ?*P. solidus* n. sp.).

**Vorkommen:** Claibornean? - Vicksburgian, Golfküste. Die Hauptverbreitung wird für Jacksonian angegeben, Claibornean ist unsicher (?juvenile *P. solidus*).

#### ***Paraconger meridies* (FRIZZELL & LAMBER, 1962)**

\*1962 "*Conger*" *meridies* FRIZZELL & LAMBER: 97, Fig. 2, 11.

1985 "*Conger*" *meridies*, - NOLF: 43.

**Vorkommen:** Eozän, Mississippi.

#### **"genus aff. *Paraconger*" *ovatus* n. sp.**

Abb. 20/18

Holotypus: Nr. 50/P68, Abb. 20./18.

Paratypen: Nr. 32/P68 und 33/P68, 832/P25 und 833/P25.

**Locus typicus:** Virginia, Hanover County, Pamunkey River bei Farm Horseshoe (loc. 24).

**Stratum typicum:** Mitteleozän, Claibornean, Piney Point Formation (mittlerer Teil von Bed A, Probe P69).

**Derivatio nominis:** Lat "ovatus" = oval, nach dem ovalen Umriß der Otolithen.

**Diagnose:** Otolithen klein, dick und eiförmig im Umriß, mit deutlich betontem Caudalende. Außenseite in horizontaler Richtung schwach konkav, in vertikaler Richtung schwach konvex. Innenseite in beiden Richtungen stärker konvex gewölbt. Sulcus relativ lang und eng, etwas schräg zur Otolithenachse gestellt, mit breitem

Ostialkanal. Caudalende rundlich erweitert und vertieft. Colliculum ungeteilt, flach, dorsal von einer Furche durchzogen.

**Material:** 11 Otolithen: P25(3), P33(1), P38(2), P42(1), P66(2), P68(2).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
33(P68)	2,0	1,45	--	1,38	--	Paratypus
32(P68)	2,7	2,1	--	1,29	--	Paratypus
50(P68)	2,5	1,8	0,7	1,39	3,57	Holotypus

**Beschreibung:** Der Holotypus, ein relativ kleiner und sehr massiver Otolith, weist einen etwa ovoiden Umriß auf, vorn breit gerundet und hinten etwas verjüngt. Er ist in der Längsachse gebogen, wobei diese Biegung nicht gleichmäßig ist. Vielmehr verläuft die Längsachse von hinten über etwa zwei Drittel der Länge gerade, das vordere Drittel jedoch ist gegen die Achse nach außen abgeknickt. Die über große Bereiche ebene Außenseite vollzieht diesen Knick mit, während die Innenseite gleichmäßiger und stark konvex gewölbt ist. In vertikaler Richtung sind beide Seiten konvex, die Innenseite jedoch wesentlich stärker.

Der Dorsalrand bildet einen stark konvexen Bogen und ist durch breite Einbuchtungen wellig gegliedert. Er führt hinten zu einem deutlich abgesetzten, ventral verschobenen Caudalende. Der Ventralrand beschreibt einen gleichmäßig konvexen Bogen, hinten unter leicht welligem Verlauf. Auf der Außenseite führen flache Depressionen von den welligen Einbuchtungen der Ränder nach innen, erreichen aber nicht den annähernd ebenen Zentralbereich.

Der Sulcus liegt ziemlich genau in medianer Position, ist horizontal ausgerichtet und caudal rundlich erweitert und etwas vertieft. Kurz vor dem Erreichen des Vorderrandes endet der Sulcus abgerundet, und öffnet sich dorsal zu einem deutlichen Ostialkanal. Der Hinterrand des Ostialkanales biegt oben weit nach hinten um und läuft im Mittelbereich des Dorsalrandes des Otolithen aus. Der kurze vordere Rand ist schräg nach vorn gerichtet, bei insgesamt irregulärem Verlauf und sehr schwacher Ausprägung. Eine flache, ungegliederte colliculäre Masse erfüllt den gesamten Sulcus und führt auch in den Ostialkanal hinein, wo sie in Richtung Dorsalrand undeutlich und ohne scharfe Grenze ausläuft. Im Sulcus ist eine Längsfurche ausgebildet, die nach vorn leicht abfällt.

Über dem Sulcus ist keine deutlich eingesenkte und abgrenzbare Area vorhanden. Unter dem Sulcus erstreckt sich das gewölbte und glatte Ventralfeld etwa doppelt so lang wie hoch. Vom schmalen Randsaum wird es durch eine gut entwickelte Ventrallinie abgetrennt.

**Ontogenie und Variabilität:** Juvenile Otolithen sind caudal noch deutlicher zugespitzt. Die Einbuchtung des Anterodorsalrandes über dem Ostialkanal bildet sich ebenfalls noch etwas deutlicher ab als bei Adulti.

**Diskussion:** Zu dieser Art konnten keine nahen Verwandten ermittelt werden. Nach der

Schwingung des Sulcus gehören die Otolithen noch zur *Paraconger*-Gruppe. Frühjuvenile *Paraconger*-Otolithen werden den juvenilen Otolithen dieser Art auch sehr ähnlich. Es sind aber auch einige Anklänge an Otolithen der *Gnathophis*-Gruppe vorhanden. Die generische Bestimmung muß vorläufig noch offen bleiben.

Vorkommen: Mitteleozän (Piney Point Formation), Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**"genus aff. *Paraconger*" *brazosiensis***  
(FRIZZELL & DANTE, 1965)

\*1965 *Parabatmya brazosiensis* DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE: 698-699, Taf. 86 Fig. 5-6, 11-13.

1985 "genus aff. *Paraconger*" *brazosiensis*, - NOLF: 43.

Vorkommen: Eozän (Claibornean, Weches Formation und Stone City Beds), Texas.

**Conger-Gruppe**

Genus *Conger* OKEN, 1817

Typus-Art: *Muraena conger* LINNAEUS, 1758

***Conger vetustus* (FRIZZELL & LAMBER, 1962)**

\*1962 "*Conger*" *vetustus* FRIZZELL & LAMBER: 110, Fig. 6, 8.

1985 *Conger vetustus*, - NOLF: 42.

Vorkommen: Eozän, Mississippi.

***Conger* sp. 1**  
Abb. 21/16-19

Material: 7 Otolithen (P15).

Beschreibung: Das Material besteht aus zwei gut erhaltenen und fünf mehr oder weniger korrodierten Otolithen. Der besterhaltene adulte Otolith (Abb. 21/16) ist sehr gestreckt, wesentlich länger als hoch und mäßig dick. Das Dickenwachstum der Außenseite kompensiert die leichte Biegung in der Längsachse, sodaß Innen- und Außenseite etwa gleichmäßig konvex sind. Auch in vertikaler Richtung sind beide Seiten gleich konvex gewölbt. Die Oberfläche der Außenseite zeigt einige sehr undeutlich-verschwommenen Unebenheiten und eine flache, zentrale Erhebung. Die Erhebung markiert zugleich die dickste Stelle des gesamten Otolithen.

Der Dorsal- und der Ventralrand verlaufen gleichmäßig und flach konvex gebogen. Caudal verjüngt sich der Otolith deutlich und endet mit einem schräg abgestutzten, schwach konvexen Hinterrand. Rostral ist er deutlich zugespitzt, wobei das massive Rostrum durch eine konkave Eindellung vom Dorsalrand abgesetzt ist. Sämtliche Ränder bleiben glatt.

Auf der Innenseite ist der recht schmale, kurze

und flache Sulcus weit nach vorn gerückt und etwas schräg zur Otolithenachse gestellt. Sein Dorsal- und Ventralrand verstärken sich zu schmalen, leicht erhabenen Cristae. Die ostiale Begrenzung ist sehr unscharf und nicht exakt zu verfolgen. Ein flaches, ungliedertes Colliculum erfüllt den gesamten Sulcus. Der Ostialkanal ist angedeutet, aber ebenfalls nicht sicher abgrenzbar. Er enthält eine colliculäre Füllung, die nur durch etwas dunklere Farbe zu erkennen und nicht scharf von der Umgebung abgesetzt ist. Über dem Sulcus erstreckt sich eine undeutliche ausgebildete Area.

Ontogenie und Variabilität: Der juvenile Otolith in Abb. 21/17 besitzt einen etwas gedrungeneren Umriß, da die caudale Partie noch nicht so stark ausgezogen ist. Vom Sulcus her führt ein sich breit dreieckig in dorsaler Richtung öffnender Ostialkanal zum anterodorsalen Rand, welcher hier stärker konkav eingedellt ist als bei dem Adultus. Damit ist das Rostrum dorsal noch schärfer vom Dorsalrand abgesetzt. Ein weiterer Adultus ist ebenfalls gedrungener als Nr. 37, aber stark korrodiert, sodaß die Ränder nicht mehr den ursprünglichen Verlauf zeigen. Die beiden mittelgroßen Otolithen entsprechen recht gut dem Exemplar Nr. 37, sind aber ebenfalls stärker korrodiert. Ein frühjuveniles Exemplar besitzt einen gleichmäßig lang-elliptischen Umriß, ähnlich dem anderer juveniler Congridae-Otolithen. Dieses Exemplar liegt unterhalb diagnostisch verwertbarer Altersstadien.

Diskussion: Für eine vernünftige Typisierung reichen die wenigen und teilweise schlecht erhaltenen Otolithen nicht aus, weshalb sie in offener Nomenklatur beschrieben werden. Sie ermöglichen aber den zweifelsfreien Nachweis der Gattung *Conger* in der Calvert Fm. Die Gattung *Conger* ist im NW-atlantischen Raum mit den beiden Arten *C. oceanicus* (ambiatlantisch, auch im E-Atlantik vertreten) und *C. triporiceps* vertreten. Beide Arten bewohnen unterschiedliche Klimazonen: *C. oceanicus* den temperierten bis warm temperierten Bereich (Cape Cod bis Florida - dort in größerer Tiefe) und *C. triporiceps* den subtropisch-tropischen Bereich (Florida, Golf von Mexiko/Karibik). In S-Florida überschneiden sich die randlichen Verbreitungsgebiete beider Arten etwas, wobei *C. oceanicus* hier gewöhnlich in größerer Tiefe vorkommt.

Vorkommen: Calvert Formation, Plum Point Member, Bed 10), Maryland.

***Gnathophis*-Gruppe**

Genus *Gnathophis* KAUP, 1860

Typus-Art: *Myrophis heterognathus* BLEEKER, 1959

***Gnathophis dissimilis***  
(FRIZZELL & LAMBER, 1962)

\*1962 "*Conger*" *dissimilis* FRIZZELL & LAMBER: 94, Fig. 5, 12.

1985 "*Gnathophis dissimilis*", - NOLF: 42.

Vorkommen: Unteroligozän, Mississippi.

## Abb. 21

Abb. 21/1-2: *Pseudophichthys* aff. *elongatus* (SULC, 1932)

1a-c: linke Sagitta Nr. 38(P68), a: Innenseite, b: dorsal, c: Außenseite; 2a-c: linke Sagitta Nr. 39(P68), a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River Sektion.

Abb. 21/3-4: "genus aff. *Pseudophichthys*" *oviformis* n. sp.

3a-b: rechte Sagitta Nr. 41(P25), Paratypus, a: Innenseite, b: dorsal; 4a-b: rechte Sagitta Nr. 407(P66), Holotypus, a: Innenseite, b: dorsal; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River Sektion.

Abb. 21/5-6: "genus aff. *Pseudophichthys*" *laevis* n. sp.

5a-b: rechte Sagitta Nr. 22(P57), Paratypus; Innenseite, b: dorsal; 6a-b: linke Sagitta Nr. 21(P57), Holotypus, a: Innenseite, b: dorsal; Yorktown Formation, Rushmere Mbr.; North Carolina, Lee Creek Mine.

Abb. 21/7a-c: "genus Congridarum" aff. *brevior* (KOKEN, 1888)

rechte Sagitta Nr. 15(P32), a: Innenseite, b: dorsal, c: Außenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 21/8-9: *Muraenesox rhomboideus* n. sp.

1a-c: linke adulte Sagitta Nr. 231(P34), Holotypus, a: Innenseite, b: Außenseite, c: dorsal; 2: juvenile Sagitta Nr. 05(P25), Paratypus, Innenseite; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River Sektion.

Abb. 21/10a-d: "genus Congridarum" aff. *diagonalis* (STINTON & NOLF, 1970)

linke Sagitta Nr. 36(P66), a: Innenseite, b: dorsal, c: ventral, d: Außenseite; base of Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River.

Abb. 21/11-14: "genus Congridarum" *prolatus* n. sp.

11: juvenile linke Sagitta Nr. 202(P38), Paratypus, Innenseite; 12: juvenile rechte Sagitta Nr. 201(P38), Paratypus, Innenseite; 13a-b: adulte linke Sagitta Nr. 11(P38), Holotypus, a: Innenseite, b: dorsal, c: Außenseite; 14a-c: adulte linke Sagitta Nr. 04(P25), Paratypus, a: Innenseite, b: dorsal, c: Außenseite; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River Sektion.

Abb. 21/15a-b: "genus Congridarum" sp.

linke Sagitta Nr. 963(P35), a: Innenseite, b: ventral; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Abb. 21/16-19: *Conger* sp. 1

16a-b: linke adulte Sagitta Nr. 995(P15), a: Innenseite, b: ventral; 17a-b: juvenile linke Sagitta Nr. 996(P15), a: Innenseite, b: ventral; 18: juvenile rechte Sagitta Nr. 917(P15) von innen; 19: juvenile rechte Sagitta Nr. 997(P15); Maryland (Aquasco), Calvert Fm (Bed 10).

Abb. 21/20a-c: "genus Anguilloideorum?" sp.

Linke Sagitta Nr. 234(P66), a: Innenseite, b: dorsal, c: Außenseite; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River Sektion.

Abb. 21/21-23: "genus Clupeidarum" *longirostris* n. sp.

1: rechte Sagitta Nr. 843(P25); 2: linke Sagitta Nr. 844(P25), 3: linke Sagitta Nr. 845(P25); alles Innenseite; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River Sektion.

Abb. 21/24: *Brevoortia* aff. *tyrannus*

rechte Sagitta Nr. 60(P14), a: Innenseite, b: Außenseite; St. Marys Formation, Little Cove Point Member; Maryland, Driftwood Beach.

Abb. 21/25a-b: *Brevoortia tyrannus*

Linke Sagitta von innen, rezent, Chesapeake Bay (Maryland), coll. A. Müller.

Abb. 21/26a-c: "genus Ariidarum" sp.

Lapillus Nr. 112(P41), a: Innenseite, b: Außenseite, c: ventral; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River Sektion.

Abb. 21/27a-b: *Arius* aff. *felis* LINNAEUS, 1758

Lapillus Nr. 799(P11), a: Außenseite, b: Innenseite; Choptank Formation; Maryland, Scientists Cliffs.

Abb. 21/28a-b: *Arius felis* LINNAEUS, 1758

Lapillus, a: Außenseite, b: Innenseite; rezent, Florida, coll. A. Müller.

Abb. 21/29-31: *Diaphus* sp. 1

Sagittae Nr. 582 - 584(P57), Innenseite, alles Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 21/32a-b: *Argentina* sp.

Linke Sagitta Nr. 70(P14), a: Innenseite, b: Außenseite; St. Marys Formation (Little Cove Point Member); Maryland (Calvert Cliffs-Sektion).

## Fig. 21

Fig. 21/1-2: *Pseudophichthys* aff. *elongatus* (SULC, 1932)

1a-c: left sagitta No. 38(P68), a: inner face, b: dorsal, c: outer face; 2a-c: left sagitta No. 39(P68), a: inner face, b: ventral, c: outer face; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River section.

Fig. 21/3-4: "genus aff. *Pseudophichthys*" *oviformis* n. sp.

3a-b: right sagitta No. 41(P25), paratype, a: inner face, b: dorsal; 4a-4: right sagitta No. 407(P66), holotype, a: inner face, b: dorsal; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River section.

Fig. 21/5-6: "genus aff. *Pseudophichthys*" *laevis* n. sp.

5a-b: right sagitta No. 22(P57), paratype, a: inner face, b: dorsal; 6a-b: left sagitta Nr. 21(P57), holotype, a: inner face, b: dorsal; Yorktown Formation, Rushmere Member; North Carolina, Lee Creek Mine.

Fig. 21/7a-c: "genus Congridarum" aff. *brevior* (KOKEN, 1888)

right sagitta No. 15(P32), a: inner face, b: dorsal, c: outer face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 21/8-9: *Muraenesox rhomboideus* n. sp.

a-c: left adult sagitta No. 231(P34), holotype, a: inner face, b: outer face, c: dorsal; 2: juvenile sagitta No. 05(P25), holotype, inner face; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River section.

Fig. 21/10a-d: "genus Congridarum" aff. *diagonalis* (STINTON & NOLF, 1970)

left sagitta No. 36(P66), a: Innenseite, b: dorsal, c: ventral, d: Außenseite; base of Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River.

Fig. 21/11-14: "genus Congridarum" *prolatus* n. sp.

11: juvenile right sagitta No. 202(P38), paratype, inner face; 12a-c: juvenile left sagitta No. 04(P25), paratype, a: inner face, b: dorsal, c: outer face; 13a-b: adult left sagitta No. 11(P38), holotype, a: inner face, b: dorsal, c: outer face; 14: adult left sagitta No. 04(P25), paratype, inner face, Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River section.

Fig. 21/15a-b: "genus Congridarum" sp.

left sagitta No. 963(P35), a: inner face, b: ventral; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 21/16-19: *Conger* sp. 1

16a-b: left adult sagitta No. 995(P15), a: inner face, b: ventral; 17a-b: juvenile left sagitta No. 996(P15), a: inner face, b: ventral; 18: juvenile right sagitta No. 917(P15), inner face; 19: juvenile right sagitta No. 997(P15); Maryland (Aquasco), Calvert Formation (Bed 10).

Fig. 21/20a-c: "genus Anguilloideorum?" sp.

left sagitta No. 234(P66), a: inner face, b: dorsal, c: outer face; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River section.

Fig. 21/21-23: "genus Clupeidarum" *longirostris* n. sp.

1: right sagitta No. 843(P25); 2: left sagitta No. 844(P25), 3: left sagitta No. 845(P25); all inner face; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River section.

Fig. 21/24: *Brevoortia* aff. *tyrannus*

1a-b: right sagitta No. 60(P14), a: inner face, b: outer face; St. Marys Formation, Little Cove Point Member; Maryland, Driftwood Beach.

Fig. 21/25a-b: *Brevoortia tyrannus*

left sagitta, inner face, recent, Chesapeake Bay (Maryland), coll. A. Müller.

Fig. 21/26a-c: "genus Ariidarum" sp.

Lapillus No. 112 (P41), a: inner face, b: outer face, c: ventral; Piney Point Formation; Virginia, Pamunkey River section.

Fig. 21/27a-b: *Arius* aff. *felis* LINNAEUS, 1758

Lapillus No. 799(P11), a: outer face, b: inner face; Choptank Formation; Maryland, Scientists Cliffs.

Fig. 21/28a-b: *Arius felis* LINNAEUS, 1758

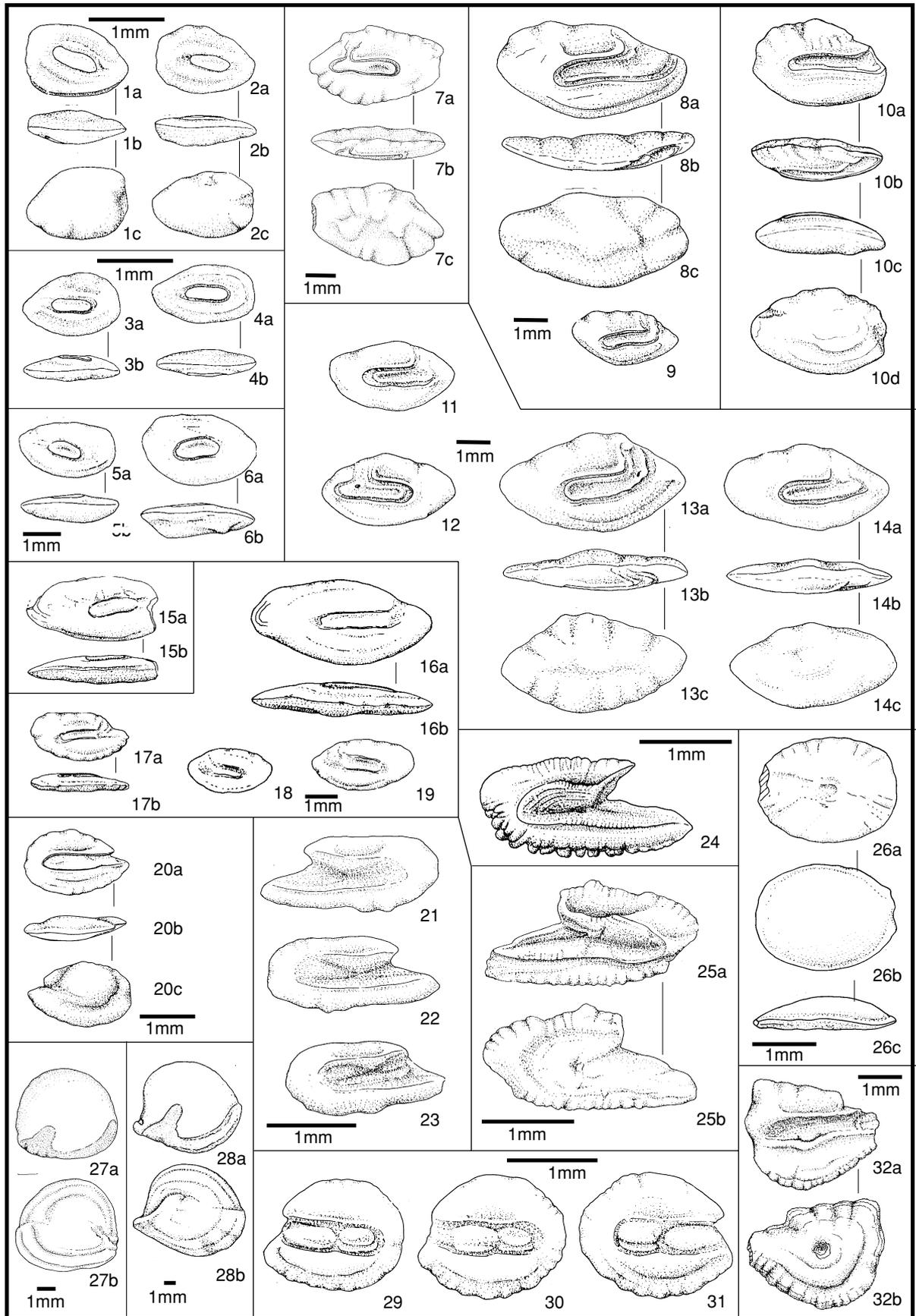
Lapillus, a: outer face, b: inner face; recent, Florida, coll. A. Müller.

Fig. 21/29-31: *Diaphus* sp. 1

sagittae No. 582 - 584(P57), inner face; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 21/32a-b: *Argentina* sp.

Left sagitta No. 70(P14), a: inner face, b: outer face; St. Marys Formation (Little Cove Point Member); Maryland (Calvert Cliffs section).



***Gnathophis* aff. *dissimilis***  
**(FRIZZELL & LAMBER, 1962)**

Abb. 20/22

Material: 4 Otolithen: P26 (1), P27(1), P32(1), P41(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OL/OH
409(P27)	3,4	3,2	1,55

**Beschreibung:** Die Beschreibung ist am gut erhaltenen Otolith Nr. 409 (Abb.20/22) ausgewählt. Er ist gut erhalten und zeigt alle diagnostisch wichtigen Merkmale. Er besitzt einen gedrungenen Umriß, mit zugespitztem Rostralende und weniger scharf markiertem Caudalende. In der Längsachse ist der Otolith kaum gebogen und sowohl horizontal als auch vertikal bikonvex, die Innenseite dabei etwas stärker als die Außenseite.

Der Dorsalrand verläuft zwischen dem stumpfen Prä- und dem ebenfalls stumpfen Postdorsaleck etwa horizontal. Er ist dabei leicht konvex gebogen und etwas gewellt. Nach vorn fällt er schräg und etwas wellig zur rostralen Spitze ab. Die Verbindung hinten zwischen dem Postdorsaleck und dem Caudalende bildet ein ebenfalls schräger, aber konvexer Abschnitt des Dorsalrandes. Der Ventralrand ist nicht gleichmäßig konvex, sondern bildet einen etwa medianen Knick und zeigt keinerlei Skulptur.

Auf der Innseite befindet sich ein horizontal ausgerichteter Sulcus in leicht supramedianer Position. Er ist relativ eng und caudal weit vor dem Hinterrand abgerundet verschlossen. Sein Dorsalrand zieht sich mit leicht konvexer Krümmung vom Caudalende her nach vorn und biegt hier etwa rechtwinklig nach oben zum Dorsalrand ab, als hintere Begrenzung des Ostialkanals. Der Ventralrand des Sulcus verläuft ziemlich gerade nach vorn zur rostralen Spitze und ist durch zwei schwache Einschnürungen etwas wellig gegliedert. Im Sulcus liegt ein flaches Colliculum, welches mit in den Ostialkanal hinein zieht. Es erlischt ohne scharfe Grenze im dorsalen Bereich des Ostialkanals.

Die Ventrallinie ist fein, aber deutlich ausgebildet. Sie verläuft randnah und steigt nach vorn zur rostralen Spitze etwas an, wobei sie sich vom Rand entfernt. Sie leitet hinten in eine feine Linie über, die um den Sulcus herum zieht und dorsal, dicht unter dem Dorsalrand des Otolithen, wieder nach vorn läuft. Dadurch wird dorsal ein flach gewölbtes, glattes Dorsalfeld gegen einen dorsalen Randsaum begrenzt. Das ebenfalls glatte Ventralfeld ist etwas stärker gewölbt. Insgesamt ergibt sich so eine von den Rändern abgesetzte, gewölbte Fläche, die sich mit Ausnahme des rostralen Bereiches um den ganzen Sulcus herumzieht.

**Diskussion:** Die Otolithen stimmen recht gut mit *G. dissimilis* aus dem Jacksonian überein. Mit Rücksicht auf das meist stark korrodierte Material erfolgt die Bestimmung jedoch nur mit Vorbehalt.

Vorkommen: Nanjemoy Formation (Woodstock Member), Virginia (Pamunkey River-Sektion).

***Gnathophis* sp.**

Abb. 20/19-21, Taf. 16 Fig. 4

\*1983 Congridae species B, - FITCH & LAVENBERG: 512-513, Fig. 1c.

Material: 4 Otolithen (P57).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OL/OH
23(P57)	4,3	3,3	1,55
16(P57)	4,6	3,3	1,39
17(P57)	4,7	3,2	1,47

**Beschreibung:** Die Art umfaßt relativ kleine, länglich-ovale Otolithen, die sowohl rostral als auch caudal mehr oder weniger deutlich zugespitzt sind. Sie sind in horizontaler und vertikaler Richtung bikonvex und im Verhältnis zur Länge relativ massiv.

Der Dorsalrand ist vor der Mitte am höchsten und bildet hier ein mehr oder weniger deutliches Prädorsaleck. Von hier aus fällt er mäßig schräg nach hinten zu einem stumpfen, aber meist deutlichen Postdorsaleck, häufig flach und weitspannig gewellt. Vor dem Prädorsaleck liegt ein deutlicher Knick, von hier aus führt der Dorsalrand (oder auch Ostialrand) schräg nach unten zur rostralen Spitze. Der Ventralrand spannt einen recht gleichmäßig konvexen Bogen zwischen dem caudalen und dem rostralen Ende. Sein Schwerpunkt ist meist etwas nach vorn verschoben.

Der ziemlich weite Sulcus liegt genau in medianer Position und ist horizontal ausgerichtet. Er endet caudal weit vor dem Hinterrand und ist hier abgerundet verschlossen. Sein Ventralrand zeigt einen leicht undulösen Verlauf, mit einer schwachen, mehr oder weniger deutlichen Einschnürung kurz vor der Mitte. Ostial ist er ebenfalls ein kleines Stück vom Vorderrand entfernt abgerundet verschlossen. Hier ist der Rand jedoch so fein, daß er schon bei geringer Korrosion undeutlich wird. Der Dorsalrand führt vom Caudalende her horizontal nach vorn und biegt dann scharf nach oben zum Dorsalrand des Otolithen ab, als Hinterrand des Ostialkanals. Er erlischt kurz vor Erreichen des Dorsalrandes. Die vordere Begrenzung des Ostialkanals ist meist nicht deutlich zu verfolgen. Ein recht massives, ungliedertes Colliculum erfüllt den Sulcus und zieht auch etwas in den Ostialkanal hinein.

Eine Area über dem Sulcus läßt sich nicht deutlich ausgrenzen. Die Ventrallinie verläuft relativ randnah. Sie steigt nach hinten etwas an und entfernt sich hier weiter vom Rand. Sie trennt die langgestreckte, relativ niedrige, glatte und gewölbte Ventralfläche vom glatten ventralen Randsaum.

**Diskussion:** Mit europäischen neogen-rezenten *Gnathophis*-Arten, soweit aus der Literatur ersichtlich, kann das Material nicht in Verbindung

gebracht werden. Im NW-Atlantik leben heute 2 Arten: *G. bracheatopos* und *G. bathytopos*. Von beiden stehen die Otolithen nicht zur Verfügung, so daß die artliche Bestimmung oder Benennung des pliozänen Materials im Moment wenig sinnvoll ist.

Vorkommen: Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

Genus *Hildebrandia* JORDAN & EVERMANN, 1927  
Typus-Art: *Congeruraena flava* GOODE & BEAN, 1895.

***Hildebrandia sancta***  
**(FRIZZELL & LAMBER, 1962)**

\* 1962 "*Conger*" *sanctus* FRIZZELL & LAMBER: 98, Fig. 1, 7.  
1985 "*Hildebrandia*" *sancta*, - NOLF: 43.

Vorkommen: Oligozän, Mississippi.

***Hildebrandia aff. gracilior***  
**(GINSBURG, 1951)**

Abb. 20/23-27, Taf. 16 Fig. 5

. 1983 Congrid species A., FITCH & LAVENBERG: 511-512, Fig. 1B.

Material: 15 Otolithen (P57).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OL/OH
18(P57)	2,4	1,5	1,6
30(P57)	2,7	1,8	1,5
25(P57)	3,3	2,0	1,65
19(P57)	4,0	2,6	1,54
16(P57)	4,6	3,3	1,39
17(P57)	4,7	3,2	1,47

**Beschreibung:** Diese Otolithen besitzen einen länglich-ovalen, fast eiförmigen Umriß, bei bikonvexem Querschnitt. Sie sind rostral und caudal mehr oder weniger deutlich zugespitzt und nur mäßig dick.

Am Dorsalrand ist manchmal ein stumpfes Prädorsaleck vorhanden und ein besser akzentuiertes Postdorsaleck vorhanden. Dazwischen verläuft er nur mäßig konvex. Nach hinten fällt er schräg zum Caudalende ab und differiert dabei zwischen schwach konkavem bis konvexem Verlauf. Der ebenfalls schräge Abfall zur rostralen Spitze ist gerade bis schwach konvex, dabei häufig leicht undulös. Der Ventralrand spannt einen etwas asymmetrischen, konvexen Bogen zwischen Caudal- und Rostralende, da der Schwerpunkt etwas nach vorn verlagert ist.

Der kurze und schmale Sulcus ist deutlich schräg zur Längsachse gestellt, bei etwa medianer Position. Sein Ventralrand ist durch eine leichte Einschnürung vor der Mitte etwas geschwungen. Vom vorderen Teil des Sulcus führt ein recht schmaler Ostialkanal zum Dorsalrand der Otolithen. Er erweitert sich kurz unter dem Dorsalrand mehr oder weniger deutlich nach hinten. Sulcus und Ostialkanal sind von einer ungliederten col-

liculären Masse ausgefüllt, die deutlich heller als die Umgebung gefärbt ist. Über dem Sulcus liegt eine kurze und hohe Area. Sie ist vor allem ventral deutlich vertieft. Die Ventrallinie verläuft recht randnah, ist aber bei vielen Otolithen nicht sehr deutlich ausgebildet. Sie trennt eine gewölbte, glatte Ventralfläche vom Randsaum.

**Ontogenie und Variabilität:** Juvenile Otolithen erscheinen durch die stärker ausgeprägte postdorsale Ecke und den schräg abgestutzten Hinterrand gedrungener und eckiger. Dazu trägt auch die häufig als Knick ausgebildete Biegung des Ventralrandes bei. Weiterhin besitzen die Ränder, vor allem der Dorsalrand, eine teilweise kräftige Zerkung. Im Laufe des Wachstums glättet die randliche Skulptur aus. Auch die schwachen Ecken des Dorsalrandes verschwinden. Dafür verlängert sich der caudale Bereich der Otolithen stärker.

**Diskussion:** Die Otolithen kommen denen der rezenten Art *H. gracilior* sehr nahe und können hier mit Vorbehalt angeschlossen werden. Die Otolithen der im Pliozän Europas verbreiteten Art *H. pantanellii* (BASSOLI & SCHUBERT, 1906) sind etwas gedrungener, und deren Sulcus ist nicht so schräg gestellt.

Vorkommen: Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

***Hildebrandia aff. flava***  
**(GOODE & BEAN, 1896)**

Abb. 20/31-32

Material: 2 Otolithen (P57).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OL/OH
23(P57)	3,9	2,7	1,44
29(P57)	7,6	5,0	1,52

**Beschreibung:** Der einzige adulte Otolith unterscheidet sich schon durch seine Gestalt sehr deutlich von den anderen *Hildebrandia*-Otolithen aus der Yorktown Formation. Er ist sehr gedungen und hoch und besitzt einen etwa abgerundet trapezoiden Umriß. Er ist in der Längsachse kaum gebogen und sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung bikonvex gewölbt.

Orientiert man den Otolithen so, daß die zugespitzte rostrale und ebenfalls zugespitzte caudale Ende auf einer Höhe liegen, dann liegt die stärkste Ausbiegung des sehr gleichmäßig konvex gebogenen Ventralrandes etwa median - das ergibt eine annähernde bilaterale Symmetrie des Ventralbereiches, der insgesamt niedriger als der Dorsalbereich ist. Der Dorsalrand weist eine stärker konvexe Biegung auf. Der Dorsalrand zeigt in der besprochenen Orientierung seine stärkste Ausbiegung kurz hinter der Mitte. Von hier aus fällt er schräg nach hinten zum Caudalende ab, bei etwa geradem Verlauf. Nach vorn fällt der Dorsalrand zunächst sehr leicht ab zu einem stumpf gerundeten Prädorsaleck. Auf dieser kurzen Strecke ist er leicht konkav einge-

dell. Prädorsaleck und Rostrum schließlich sind durch einen schräggestellten, ungekrümmten Teil des Dorsalrandes verbunden. Keiner der Ränder zeigt Andeutungen einer Skulptur.

Der Sulcus ist etwas schräg zur Otolithenachse gestellt, relativ weit und flach. Er liegt etwas infra-median. Der Ventralrand des Sulcus ist durch eine leichte Einschnürung unter dem Ostialkanal gegliedert, dadurch auch der Sulcus selbst in einen kürzeren ostialen und einen längeren caudalen Bereich. Der Dorsalrand des Sulcus ist annähernd gerade. Dorsal, relativ weit vom Vorderende des Sulcus entfernt, zweigt der relativ flache und breite Ostialkanal ab. Er reicht bis zum Dorsalrand und öffnet sich nach oben noch trichterförmig. Seine Ränder sind sehr fein und im dorsalen Bereich undeutlich.

Im Sulcus liegt ein umfangreiches und relativ dickes Colliculum mit ebener Oberfläche. Es endet hinten abgestutzt ein Stück vor dem Ende des Sulcus. Vom ostialen Teil des Colliculums zweigt das Colliculum des Ostialkanals ab, welches sich durch seine helle, fast weiße Farbe von der restlichen Oberfläche des Otolithen gut abhebt. Über dem Sulcus liegt eine kurze, hohe Area, glatt und ventral vertieft. In diesem Bereich bildet der Dorsalrand eine leicht betonte Crista superior. Die feine, aber deutliche Ventrallinie trennt ein langgestrecktes, niedriges und schwach gewölbtes Ventralfeld vom ventralen Randsaum. Beide Bereiche besitzen eine völlig glatte Oberfläche.

**Diskussion:** Die fossilen Otolithen ähneln der denen der rezenten karibischen Art *H. flava*, die gegenüber den Otolithen von *H. gracilior* ein stärker zugespitztes Caudalende besitzen. Allerdings ist der fossile Adultus gedrungener als rezente Vergleichsexemplare, weshalb die Bestimmung mit Vorbehalt erfolgt. Möglicherweise fällt dies in die Variationsbreite der Art.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

### ***Hildebrandia* sp.**

Abb. 20/28-30

**Material:** 3 Otolithen (P57).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OL/OH
31(P57)	5,0	2,9	1,72
12(P57)	6,9	4,1	1,68

**Beschreibung:** Ein Adultus und einige juvenile Otolithen weichen durch ihre extrem verlängerte Gestalt von typischen *H. aff. gracilior* Otolithen ab. Die große rechte Sagitta Nr. 12(P57) (Abb. 20/28) ist perfekt erhalten und erreicht einen OL/OH-Index von 1,68. Das zugespitzte Rostrum und das stumpfe Caudalende liegen etwa auf einer Höhe. Der Dorsalrand ist flach konvex und etwas wellig. Der Ventralrand dagegen verläuft etwas stärker konvex und sein Schwerpunkt liegt etwas

vor der Mitte. Die langgestreckte Gestalt wird vor allem durch die Verlängerung der caudalen Partie des Otolithen erzeugt. Der Otolith ist im Querschnitt bikonvex.

Der Sulcus erreicht nur etwa die halbe Otolithen-Länge und endet, leicht schräg gestellt, caudal weit vor dem Hinterrand. Auch ostial schließt der Sulcus mit beträchtlichem Abstand vor dem Vorderrand. Er ist relativ flach und eng und teilt sich durch eine Einbuchtung des Ventralrandes in eine etwas kürzere ostiale und etwas längere caudale Partie. Der Ostialkanal führt fast rechtwinklig nach oben zum Dorsalrand und ist nur wenig schmaler als der Sulcus selbst. Eine ungegliederte colliculäre Masse füllt den Sulcus völlig aus. Ihre Oberfläche ist im caudalen Bereich etwas vertieft. Sie setzt sich ohne scharfe Grenze in den Ostialkanal fort und füllt diesen völlig aus. Hier kontrastiert sie durch ihre helle, fast weiße Farbe zur bräunlichen Farbe der Otolithenoberfläche.

**Diskussion:** Die Otolithen unterscheiden sich nicht nur durch ihre stark verlängerte Gestalt von den beiden zuvor behandelten *Hildebrandia*-Arten, sondern auch durch die Form des Ostialkanals. Dieser ist bei beiden an der Basis sehr eng und öffnet sich durch die Zurückbiegung des Hinterrandes trichterförmig nach oben, bei *H. aff. gracilior* stärker als bei *H. aff. flava*. Die Otolithen von *H. sp.* dagegen zeigen einen nahezu parallelwandigen Ostialkanal, gefüllt von einer dicken, teilweise plastisch hervortretenden colliculären Masse. Insgesamt reichen die Merkmale aus, *H. sp.* von den beiden anderen Taxa abzugrenzen.

Vergleichbare Otolithen rezenter Arten konnten nicht eruiert werden. Allerdings stehen die Otolithen nicht aller rezenter *Hildebrandia*-Arten zum Vergleich zur Verfügung. Solange dies der Fall ist, wird von einer Benennung abgesehen. Eine ähnliche, noch langgestrecktere Form zeigt der von SCHWARZHANS (1978: Taf. 5 Fig. 55) als *Gnathophis* sp. bezeichnete Otolith aus dem Pliozän von Sizilien, der nach Ausbildung der Area eher zu *Hildebrandia* zu stellen ist.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

### **"Pseudophichthys"-Gruppe**

Genus *Pseudophichthys* ROULE, 1915

Typus-Art: *Pseudophichthys latedorsalis* ROULE, 1915

### ***Pseudophichthys* aff. *elongatus* (SULC, 1932)**

Abb. 21/1-2, Taf. 16 Fig. 6

aff.\*1932 ?*Conger elongatus* SULC: 61, Taf. 1 Fig. 9.

aff. 1988 *Pseudophichthys elongatus*, - NOLF: 38, Taf. 2 Fig. 6.

**Material:** 9 Otolithen: P25 (3), P33(2), P66(2), P68 (2).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
38(P68)	1,3	1,0	0,4	1,3	3,25
39(P68)	1,3	0,9	0,4	1,44	3,25

**Beschreibung:** Die Beschreibung ist am größten unter den gut erhaltenen Otolithen orientiert, der linken Sagitta Nr. 38/P68. Der Otolith zeigt einen abgerundet dreieckigen Umriß, angelegt durch eine dorsale Ecke, das Caudalende und das rostrale Ende. Von der nach hinten verschobenen dorsalen Ecke fällt der Dorsalrand schräg nach hinten und vorn ab, bei etwas welligem Verlauf. Der Ventralrand beschreibt einen mäßig konvexen, gleichmäßigen Bogen zwischen dem caudalen und rostralen Ende. Auf der Außenseite laufen einige flache, verschwommene Depressionen von den Eindrückungen der Ränder nach innen. Im zentralen Bereich der Außenseite läßt sich eine undeutliche, flache Erhebung erkennen.

Der Sulcus liegt subzentral und ist etwa horizontal ausgerichtet. Er ist kurz, weit und flach. Nach vorn setzt er sich in einen verengten, flachen und undeutlichen Kanal zur rostralen Spitze fort. Ein langovales, ziemlich dickes Colliculum füllt den Sulcus fast völlig aus. Eine etwas vertiefte Zone der Oberfläche der Innenseite umschließt den Sulcus, begrenzt durch eine feine, aber deutliche Linie.

**Ontogenie und Variabilität:** Schon die sehr kleinen, juvenilen Otolithen zeigen eine mehr oder weniger deutlich dreieckige Form. Die dorsale Ecke kann mehr oder weniger deutlich nach hinten verlagert sein. Damit fällt der Abfall des Hinterrandes unterschiedlich steil aus, von fast senkrecht bis sehr schräg gestellt. Weiterhin liegt die maximale Dicke der juvenilen Otolithen in recht unterschiedlicher Position, in der Regel im mittleren Bereich, manchmal auch deutlich nach hinten verlagert. Eine Skulptur ist bei allen Altersstadien kaum entwickelt.

**Diskussion:** Siehe unter "genus aff. *Pseudophichthys*" *oviformis* n. sp.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**"genus aff. *Pseudophichthys*"  
*oviformis* n. sp.**

Abb. 21/3-4, Taf. 16 Fig. 7

**Holotypus:** Nr. 818(P25), Taf. 16 Fig. 7.

**Paratypen:** Nr. 41(P25) und 407(P66); Abb. 36/3-4, 819(P25) und 824(P25), Abb. 21/4.

**Locus typicus:** Virginia, King William County, Pamunkey River bei Farm Townsend, "Devils Hole" (loc. 19).

**Stratum typicum:** Mitteleozän, Claibornean, Piney Point Formation (Basis Bed A).

**Derivatio nominis:** abgeleitet von lat. "ovum" = Ei und "forma" = form, nach dem eiförmigen Umriß der Otolithen.

**Diagnose:** Eine fossile Art aus der Umgebung der Gattung *Pseudophichthys* mit folgenden wichtigen Merkmalen: Umriß abgerundet oval-eiförmig durch zugespitz-

tes Rostralende und abgerundetes Caudalende. Otolithen in Längsachse sehr schwach gebogen. Außenseite in horizontaler und vertikaler Richtung deutlich stärker konvex als Innenseite. Sulcus subzentral, kurz, weit und flach, mit länglich-ovalem, ungeteiltem Colliculum.

**Material:** 11 Otolithen: P25(9), P42(1), P66(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
41(P25)	1,3	0,9	0,34	1,44	3,82
407(P66)	1,3	0,7	0,35	1,86	3,71

**Beschreibung:** Sämtliche Otolithen bleiben sehr klein. Der Holotypus besitzt einen länglich-ovalen Umriß, mit abgerundetem Caudal- und zugespitztem Ostialende. In der Längsachse ist der Otolith schwach gebogen, mit konkaver Anlage der Außenseite. Das starke Dickenwachstum der Außenseite gleicht diese konkave Anlage aus und führt noch zu einer mäßig konvexen Wölbung, in horizontaler und vertikaler Richtung. Die Innenseite ist ebenfalls in beiden Richtungen leicht konvex gebogen. Der Dorsalrand erstreckt sich über große Bereiche annähernd horizontal, bei leicht konvexer Biegung. Vorn fällt er schräg zum Rostrium ab. Der Ventralrand ist gleichmäßiger konvex, mit einem schwachen, gerundeten Knick etwas vor der Mitte. Der schwach konvexe Hinterrand verläuft fast senkrecht.

Der Sulcus liegt im Zentrum der Innenseite und ist horizontal ausgerichtet. Er ist flach, kurz, weit und öffnet sich vorn zu einem flachen, undeutlichen Ostialkanal, der sich nicht bis zum Vorderrand des Sulcus verfolgen läßt. Den Sulcus füllt ein langovales, flaches Colliculum aus. Um den Sulcus ist die Innenseite etwas erhöht. Diese etwas dunkler gefärbte Zone begrenzt eine feine Linie.

**Diskussion:** Topographisch und stratigraphisch nächste vergleichbare Art ist "genus aff. *Pseudophichthys*" *glaber* (KOKEN, 1888) aus dem Jacksonian der Golfküste. Diese Art ist gestreckter, und Ventral- sowie Dorsalrand verlaufen annähernd parallel, bei insgesamt quer verlängertem, hexagonalem Umriß. Die Beziehungen zum vorliegenden Materials sind gering, und beide Taxa haben vermutlich auch generisch nichts miteinander zu tun.

Mit *Pseudophichthys* aff. *elongatus* und "genus aff. *Pseudophichthys*" *oviformis* n. sp. liegen zwei gut unterscheidbare Arten des Formenkreises aus dem Eozän vom Pamunkey vor, die sich mit den beiden validen Arten aus dem europäischen Eozän gut vergleichen lassen. *P.* aff. *elongatus* besitzt etwas dickere, trianguläre Otolithen (stärker gewölbte Außenseite) als *oviformis* und zeigt damit viel Ähnlichkeit zu der westeuropäischen Nominalart *P. elongatus* (SULC, 1932). Kriterien zur sicheren Unterscheidung des europäischen und amerikanischen Materials konnten nicht ermittelt werden, weshalb ich die amerikanischen Otolithen mit Vorbehalt der europäischen Art anschließe. *P. guttulus* (STINTON, 1975) ist im Umriß mehr ovoid und ähnelt darin stärker *oviformis*, der Sulcus ist jedoch deutlich diagonal zur Längsachse der Otolithen gestellt

und nicht horizontal wie beim amerikanischen Material. Zu nennen sind weiterhin *P. ovalis* (WEILER, 1942) und *P. lenticularis* (KOKEN, 1884) aus dem deutschen Oberoligozän. Die Otolithen der oligozänen europäischen Arten sind insgesamt größer, dicker und unterscheiden sich auch in Umriß und Orientierung des Sulcus deutlich.

Vorkommen: Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**"genus aff. *Pseudophichthys* " *laevis* n. sp.**

Abb. 21/5-6, Taf. 16 Fig. 8

Holotypus: Nr. 22(P57), Abb. 20/5.

Paratypen: 21(P57), Abb. 21/6.

Locus typicus: North Carolina, Beaufort County, Lee Creek Mine (loc. 28).

Stratum typicum: Unterpliozän, Yorktown Formation Rushmere Member.

Derivatio nominis: lat "laevis" = geglättet, nach der glatten Außenseite der Otolithen.

Diagnose: Otolithen elongat (OL/OH-Index um 1,6), ostial zugespitzt, caudal breit gerundet. Dorsalrand gerade bis schwach konvex, mit Postdorsaleck. Ventralrand gleichmäßig konvex. Außenseite in vertikaler und horizontaler Richtung stärker konvex als Innenseite. Stärkste Wölbung der Außenseite und damit größte Dicke der Otolithen hinter die Otolithenmitte verlagert.

Material: 3 Otolithen (P57).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
22(P57)	2,4	1,5	0,7	1,6	3,86
21(P57)	3,0	1,9	0,8	1,58	3,75

Beschreibung: Die Art umfaßt Otolithen von länglich-ovalem Umriß und schwacher Biegung in der Längsachse. Beide Seiten in horizontaler und vertikaler Richtung konvex gewölbt, die Außenseite stärker als die Innenseite. Die stärkste Wölbung der Außenseite liegt deutlich hinter der Mitte der Länge, hier sind die Otolithen insgesamt auch am dicksten. Sonst ist Außenseite glatt oder weist einige irreguläre, flache Unebenheiten auf.

Der Dorsalrand ist über große Strecken nur schwach gewölbt oder gerade und endet hinten an einer deutlichen postdorsalen Ecke. Vorn ist eine schwache prädorsale Ecke angedeutet, oder der Dorsalrand fällt hier ohne Eckenbildung zum stumpfen Rostrum ab. Der Hinterrand ist mehr oder weniger schräg abgestutzt und endet an einem ebenfalls unterschiedlich deutlich akzentuierten Caudalende. Ein konvexer Ventralrand verbindet Rostrum und Caudalende in einem sehr gleichmäßigen Bogen.

Der Sulcus ist kurz, weit und flach. Er besitzt einen langovalen Umriß. Bei etwa medianer Position ist er schräg zur Otolithenachse gestellt und läuft vorn in einem undeutlichen, schwer aushaltbaren Ostialkanal, der offensichtlich nicht zum Vorderand der Otolithen reicht. Das flache, ungeteilte Colliculum füllt den Sulcus völlig aus.

Der zentrale Teil der Otolithen um den Sulcus ist schwach und mehr oder weniger deutlich erho-

ben. Die Ventrallinie ist schwach angedeutet und verläuft sehr randnah.

Ontogenie und Variabilität: Die Otolithen variieren in einigen Punkten deutlich. Sie können etwas schlanker oder gedrungener im Umriß sein. Auch die Gestaltung des Dorsal- und Hinterrandes variiert deutlich. Solche Variabilität ist bei Congridae-Otolithen nicht selten. Eine ganze Wachstumsreihe liegt nicht vor, so daß keine Angaben über die Morphogenese möglich sind.

Diskussion: Weder vergleichbare rezente noch fossile Arten ließen sich ermitteln. Otolithen aus dem südwesteuropäischen Pliozän (z. B. *Pseudophichthys escaravaterensis* NOLF) sind wesentlich gedrungener.

Vorkommen: Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina, Beaufort County (Lee Creek Mine).

**"genus aff. *Pseudophichthys* " *glaber* (KOKEN, 1888)**

\*1888 *Otolithus (Soleae) glaber* KOKEN: 293, Taf. 18 Fig. 3.

1929 *Otolithus (Soleae) glaber*, - CAMPBELL: 274-275, Taf. 29 Fig. 3.

1985 "genus aff. *Pseudophichthys*" *glaber*, - NOLF: 43.

Vorkommen: Jacksonian, Mississippi.

**Congridae, gen. indet.**

**"genus Congridarum" *brevior* (KOKEN, 1888)**

\*1888 *Otolithus (Congeris) brevior* KOKEN: 293-294, Taf. 18 Fig. 7.

1929 *Otolithus (Congeris) brevior*, - CAMPBELL: 275, Taf. 29 Fig. 7.

1985 "genus *Ophichthyidarum*" *brevior*, - NOLF: 115.

Vorkommen: Eozän, Golfküste.

**"genus Congridarum " aff. *brevior* (KOKEN, 1888)**

Abb. 21/7

aff.\*1888 *Otolithus (Congeris) brevior* KOKEN: 293-294, Taf. 18 Fig. 7.

aff. 1929 *Otolithus (Congeris) brevior*, - CAMPBELL: 275, Taf. 29 Fig. 7.

aff. 1985 "genus *Ophichthyidarum*" *brevior*, - NOLF: 115.

Material: 1 rechte Sagitta, Probe P32.

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
15(P32)	4,5	2,8	1,1	1,61	4,09

Beschreibung: Die einzige vorhandene Sagitta ist sehr gut erhalten und nur am Hinterrand etwas beschädigt. Sie ähnelt im Umriß der vorhergehend beschriebenen Art, ist aber dicker und weniger gebogen. Beide Seiten sind in horizontaler Richtung ähnlich konvex gewölbt, wobei das stär-

kere Dickenwachstum nach außen die Anlage einer leichten Biegung des Otolithen kompensiert. In vertikaler Richtung erscheint die Konvexität der Außenseite deutlich stärker als die der Innenseite.

Der konvexe Dorsalrand zeigt eine submedianen Ecke. Von der aus fällt er nach vorn und hinten schräg ab. Vorn folgt unter der dorsalen Ecke eine weitere deutliche Zacke. Der hintere Teil des Dorsalrandes ist flach und etwas irregulär gewellt. Von der rostralen Spitze aus verläuft der Ventralrand in konvexem Bogen nach hinten, wobei der Schwerpunkt vor der Mitte liegt und noch etwas vor der maximalen Höhe des Dorsalrandes. Der vordere Bereich des Ventralrandes ist grob gezackt.

Der Sulcus nimmt eine leicht inframediane Position ein und ist relativ kurz und eng. Er biegt caudal ganz leicht in ventraler Richtung ab, markiert vor allem am Ventralrand durch einen schwachen Knick. Unter dem Ostialkanal ist eine schwache Einbiegung des Ventralrandes zu erkennen, so daß er insgesamt eine deutliche Dreiteilung erkennen läßt. Der Sulcus ist vorn abgerundet verschlossen, bildet aber dorsal einen engen, etwas schräg nach hinten gerichteten Ostialkanal. Ostialkanal und Sulcus sind von einer einheitlichen colliculären Masse erfüllt, deren Oberfläche im caudalen Bereich des Sulcus merklich vertieft ist.

Über dem Sulcus erstreckt sich eine undeutliche, etwas vertiefte Area. Die Ventrallinie ist so undeutlich, daß ihr Verlauf nicht zu verfolgen ist. Das Ventralfeld unter dem Sulcus ist glatt und kaum gewölbt.

**Diskussion:** Der Otolith besitzt in der Gestaltung der Ränder eine gewisse Ähnlichkeit mit der von KOKEN (1888) beschriebenen Art *Otolithus (Congeris) brevior* aus dem Jacksonian? von Mississippi. Von NOLF (1985) wurde die KOKEN'sche Art zur Familie Ophichthyidae GILL, 1885 gestellt ("genus Ophichthyidarum" *brevior*). Nach Vergleich mit rezenten Ophichthyidae-Otolithen erscheint mir dies nicht akzeptabel. Das betreffende Taxon gehört eher zur "*Conger*"-Gruppe. Dabei ist mit fossilen Gattungen zu rechnen, deren Otolithen-Morphologie nicht in das Schema rezenter Gattungen paßt.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**"genus Congridarum" *fornicatus* (FRIZZELL & LAMBER, 1962)**

\*1962 "*Conger*" *fornicatus* FRIZZELL & LAMBER: 96, Fig. 3, 9.

1962 *Parabatnmya fornicata*.- FRIZZELL & DANTE: 698.

1985 "*genus Congridarum*" *fornicatus*.- NOLF: 44.

**Vorkommen:** Eozän, Mississippi.

**"genus Congridarum" *prolatus* n. sp.**

Abb. 21/11-14

Holotypus: Nr. 11/P38, Abb. 21/14

Paratypen: Nr. 201/P38 und 04/P25 (Abb. 21/11 u. 3).

**Locus typicus:** Virginia, Henrico County, Sand & Gravel Pit Bottoms Bridge (loc. 22).

**Stratum typicum:** Mitteleozän, Claibornean, Piney Point Formation (Bed C).

**Derivatio nominis:** abgeleitet von profere = verlängern, nach dem verlängerten Umriß.

**Diagnose:** Otolithen gestreckt, rostral und caudal zugespitzt, Schwerpunkt des Ventralrandes und höchster Punkt des Dorsalrandes deutlich vor der Mitte. Querschnitt in horizontaler und vertikaler Richtung flach bikonvex. Sulcus relativ kurz und weit, nur wenig schräg zur Otolithenachse gestellt, mit senkrecht nach oben zum Dorsalrand führendem, weiten Ostialkanal.

**Material:** 25 Otolithen: P25(5), P33(2), P38(7), P41(2), P42(4), P67(3), P68(2).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
202(P38)	3,9	2,1	--	1,86	--	Paratypus
11(P38)	4,8	2,5	1,1	1,92	4,36	Holotypus
4(P25)	5,5	3,0	1,2	1,83	4,58	Paratypus

**Beschreibung:** Die Otolithen besitzen eine langgestreckte Gestalt, wobei die Länge bis etwa das Doppelte der Höhe erreichen kann. Sie zeigen einen etwa spindelförmigen Umriß, rostral zugespitzt und caudal stark verjüngt. Ihre maximale Höhe erreichen die Otolithen deutlich vor der Mitte. Sie sind in Relation zur Länge relativ dünn und in der Längsachse gebogen. Das Dickenwachstum in Richtung Außenseite ist deutlich stärker als in Richtung Innenseite, so daß die Oberfläche der Außenseite trotz der Biegung in horizontaler Richtung eben bis schwach konvex verläuft, die Innenseite gleichmäßig konvex. In vertikaler Richtung ist die Außenseite deutlich stärker konvex gewölbt als die Innenseite.

Der Dorsalrand ist deutlich vor der Mitte am höchsten und fällt von hier nach vorn und hinten schräg ab, bei etwas welligem Verlauf. Die Strecke zum rostralen Spitze ist dabei kürzer und stärker geneigt als die zum Caudalende. Zwischen der rostralen Spitze und dem Caudalende spannt der Ventralrand einen mäßig konvexen und etwas asymmetrischen Bogen, mit deutlich nach vorn verlagertem Schwerpunkt. Er ist weitspannig, irregulär und flach gewellt.

Auf der Innenseite nimmt der relativ kurze, flache und mäßig weite Sulcus eine mediane bis etwas inframediane Position ein. Er ist gegen die Längsachse der Otolithen leicht schräggestellt. Im caudalen Bereich biegt er ganz leicht in ventraler Richtung ab und ist abgerundet verschlossen. Die leichte Abbiegung des des Hinterendes wird am Ventralrand des Sulcus durch einen deutlichen Knick markiert. Von hier aus läuft der Ventralrand leicht konvex gekrümmt nach vorn und zeigt auf der Höhe des Ostialkanals eine weitere schwache Einschnürung, so daß insgesamt eine meist deutliche Unterteilung in drei Teilabschnitte entsteht. Der Dorsalrand erstreckt vom Hinterende des Sulcus annähernd gerade nach vorn und biegt dann scharf, etwa rechtwinklig, in den Ostialkanal ein. Er setzt sich hier, etwas schräg nach hinten gerich-

tet, als hinterer Rand des Ostialkanals bis zum Dorsalrand der Otolithen fort. Der Vorderrand des Ostialkanals fällt nahezu exakt senkrecht vom Dorsalrand der Otolithen zum Sulcus ab. Der vordere Teil des Sulcus ist abgerundet verschlossen, deutlich vom Vorderrand der Otolithen entfernt.

Der gesamte Sulcus ist von einem ziemlich dicken Colliculum ausgefüllt, dessen Oberfläche vor allem caudal deutlich eingesenkt ist. Extrem dick ist das Colliculum bei dem größten Otolithen (linke Sagitta Nr. 4), wobei gleichzeitig der rostrale Teil des Sulcus nur noch undeutlich abzugrenzen ist. Obwohl der Ostialkanal von einer colliculären Masse ganz ausgefüllt erscheint, die sich durch hellere Farbe von der Umgebung absetzt, vermittelt eine schmale, verdickte Zone den Eindruck eines Colliculums, das sich im Ostialkanal zum Dorsalrand erstreckt. Es erreicht den Dorsalrand der Otolithen jedoch nicht, sondern erlischt in einiger Entfernung davon.

Die mäßig randnahe Ventrallinie ist nicht immer deutlich ausgebildet und begrenzt ein langgestrecktes, glattes und nur schwach gewölbtes Ventralfeld gegen den Randsaum. Über dem Sulcus liegt eine ventral etwas vertiefte Area. Hierdurch erscheint der Dorsalrand des Sulcus als schwach leistenartige Crista superior.

**Ontogenie und Variabilität:** Die Variabilität im Umriß beschränkt sich vor allem auf die Gestalt des Caudalendes. Es kann deutlich zugespitzt sein, aber auch breiter gerundet (vor allem bei kleineren, juvenilen Otolithen). Die Sulcuspomorphologie mit der charakteristischen Dreigliederung des Ventralrandes ist bei den meisten mittelgroßen Otolithen sehr konstant. Lediglich der große Otolith Nr. 4 (Abb. 21/14) zeigt deutlichere Abweichungen. Das Colliculum ist sehr dick, dagegen sind im ostialen Bereich die Ränder des Sulcus kaum noch deutlich ausgebildet. Dies ist vermutlich altersbedingt, denn der Otolith ist gut erhalten und nicht korrodiert.

**Diskussion:** Unter den bisher beschriebenen paläogenen Congriden steht die Art ziemlich isoliert. Lediglich *Congridarum attenuatus* FROST, 1933 aus dem englischen Eozän (bei STINTON, 1975 unter *Astroconger* beschrieben) zeigt einige Ähnlichkeiten. *Congridarum attenuatus* ist wegen des schlechten Typusmaterials von NOLF (1985) verworfen worden.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**"genus Congridarum" aff. *diagonalis*  
(STINTON & NOLF, 1970)**

Abb. 21/10

.aff.\*1970 *Gymnothorax diagonalis* STINTON & NOLF: 220, Taf. Fig. 3.

aff. 1988 "*genus Congridarum*" *diagonalis*, - NOLF: 39, Taf. 2 Fig. 11-12.

aff. 1985 "*genus Congridarum*" *diagonalis*, - STEURBAUT & NOLF: 331-332, Taf. 2 Fig. 15-17.

**Material:** 1 Otolith: P66(1).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
36(P66)	2,9	1,9	0,9	1,53	3,22

**Beschreibung:** Der einzige Otolith ist perfekt erhalten. Er ist massiv und im Umriß gedrungen oval, caudal etwas abgestutzt und ostial etwas zugespitzt. In der Längsachse ist eine leichte Biegung angelegt, die konkave Anlage der Außenseite ist jedoch durch das starke Dickenwachstum ausgeglichen. Die Außenfläche ist annähernd eben, senkt sich aber zum stumpfen, kurzen Rostrum ab. Sie weist einige flache Erhebungen auf, die randlich mit der Skulptur des Dorsal- und Hinterrandes korrespondieren. Dagegen ist die Innenseite in ihrer gesamten Länge gleichmäßig konvex gewölbt.

Am Dorsalrand befindet sich eine mitdorsale Ecke, von der der Dorsalrand schräg in ostialer und caudaler Richtung abfällt. Er ist dabei deutlich und irregulär gewellt. Der schräg abgestutzte Hinterrand ist ebenfalls gewellt und trifft an einer etwas ventral verschobenen Ecke auf den Ventralrand. Dieser spannt von hier aus einen gleichmäßigen, moderat konvex gekrümmten Bogen zum Rostrum. Das Rostrum selbst ist kurz und stumpf.

Auf der Innenseite erstreckt sich ein ziemlich genau median liegender, ungeteilter Sulcus. Er ist eng, tief und leicht geschwungen, wobei das Hinterende etwas ventral abbiegt. Der Ventralrand des Sulcus endet ostial auf dem kurzen Rostrum. Der Dorsalrand biegt kurz vor der Mündung am Ostialrand deutlich nach oben ab, wodurch die Andeutung eines Ostiums entsteht. Ein abgesetztes Ostium ist jedoch nicht ausgebildet, und im Sulcus liegt ein dünnes, auffallend dunkelbraun gefärbtes Colliculum, welches ungeteilt fast vom Caudalende des Sulcus bis zum Ostialrand reicht und hier an der Erweiterung des Sulcus teilnimmt. Insgesamt liegt der Sulcus auf einem etwas erhöhten Zentralteil der Innenseite (gut zu erkennen in Dorsalan-sicht), und seine Ränder fallen nach außen deutlich ab. Über dem Sulcus erkennt man eine undeutliche, etwas vertiefte Area, die von einigen irregulären Furchen etwa dorsoventral überquert wird. Die Ventrallinie verläuft extrem randnah und fällt nahezu mit dem Ventralrand zusammen. Daher wird fast die gesamte Oberfläche der Innenseite von dem glatten, gewölbten Ventralfeld eingenommen.

**Diskussion:** Die gedrungenen, massive Form des Otolithen sowie die Sulcuspomorphologie lassen sich am besten mit den Otolithen der eozänen westeuropäischen Art "*genus Congridarum*" *diagonalis* (STINTON & NOLF, 1970) vergleichen. Der direkte Vergleich mit Material der Sammlung des IRSNB Brüssel (NOLF) ergab keine signifikanten Unterschiede.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**"genus Congridarum" sp.**

## Abb. 21/15

Material: 1 Otolith (P35).

Diskussion: Der Otolith ist sehr schlecht erhalten und erlaubt keine nähere Bestimmung. Er dokumentiert aber die Präsenz von Congridae in der Old Church Formation.

Vorkommen: Old Church Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Familia Muraenesocidae C OPE, 1872**

Genus *Muraenesox* MC CLELLAND, 1844

Typus-Art: *Muraenesox tricuspida* MC CLELLAND, 1844

***Muraenesox rhomboideus* n. sp.**

Abb. 21/8-9, Taf. 16 Fig. 1

Holotypus: Nr. 231/P34, Abb. 21/8.

Paratypen: Nr. 05/P25, Abb. 21/9.

Locus typicus: Virginia, Hanover County, Pamunkey River, Property Eanes (loc. 21).

Stratum typicum: Mitteleozän, Claibornean, Piney Point Formation (unterer Teil von Bed A, Probe P34).

Derivatio nominis: abgeleitet von lat. "rhombus", nach der rhombischen Form.

Diagnose: Otolithen gestreckt, etwa doppelt so lang wie hoch, in der Längsachse gebogen. Außenseite eben bis schwach konkav, Innenseite konvex. Otolithen rostral zugespitzt, Dorsalrand horizontal, Ventralrand mit medianem Knick. Sulcus etwas schräg zur Otolithenachse gestellt, leicht geschwungen und an der Mündung dorsal stark erweitert.

Material: 13 Otolithen: P21 (1), P25 (4), P31(1), P33(2), P34(1), P41(1), P42(2), P68(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
5(P25)	3,1	1,6	--	1,94	--	Paratypus
231(P34)	5,6	2,8	1,1	2,0	5,09	Holotypus

Beschreibung: Der langgestreckte Holotypus, eine linke Sagitta (Abb. 21/8), ist ziemlich genau doppelt so lang wie hoch. Der Otolith ist in der Längsachse gebogen, und das Dickenwachstum der Außenseite gleicht die Biegung nicht ganz aus. So ist die Außenseite in horizontaler Richtung schwach konkav, die Innenseite gleichmäßig konvex. In vertikaler Richtung sind beide Seiten konvex.

Der Vorderrand ist zu einem stumpfen, aber gut abgesetzten Rostrum ausgezogen. Von hier aus steigt der Ostialrand schräg nach hinten an, bei leicht konkaver Einbiegung, und geht in breiter Rundung in den annähernd horizontal verlaufenden Dorsalrand über. An einer stumpfen, wenig deutlichen postdorsalen Ecke leitet der Dorsal- in den Hinterrand über, welcher schräg zum gut markierten Caudalende abfällt. Der Ventralrand spannt einen konvexen Bogen zwischen Caudalende und Rostrum, mit einem deutlichen Knick etwa in der Mitte der Otolithenlänge. Der Dorsal- und der Hinterrand sind flach und weitläufig gewellt, der Ventralrand ist glatt. Von der randlichen Skulptur her ziehen einige flache, verschwommene Furchen und Wülste zum Zentrum der Außenseite.

Der zentrale Bereich der Außenseite ist etwas verdickt.

Der Sulcus ist etwas schräg zur Otolithenachse gestellt, mäßig weit und tief. Er zeigt eine leicht sigmoidale Schwingung (gut zu erkennen am Ventralrand) und sein caudales Ende zeigt etwas abwärts und liegt unter der halben Höhe des Otolithen. Der Sulcus endet caudal auch weit vor dem Hinterrand, etwa zu Beginn des hinteren Drittels der Otolithenlänge. Ostial endet der Sulcus mit seinem Ventralrand auf dem Rostrum, wobei er hier deutlich nach oben biegt. Der Dorsalrand des Sulcus biegt kurz vor dem Ostialrand scharf in dorsale Richtung ab und ist sogar noch etwas schräg nach hinten gerichtet. Insgesamt entsteht auf diese Weise eine sehr weite, schräg nach vorn-oben gerichtete ostiale Mündung des Sulcus. Den Boden des Sulcus füllt ein ungegliedertes, vorn relativ dickes Colliculum, das auch den stark erweiterten ostialen Bereich überdeckt.

Die Sulcusränder sind Crista-artig erhöht. Im dorsalen Bereich folgt über dem Sulcus eine länglich-ovale, glatte und ventral vertiefte Area. Die Ventrallinie verläuft recht randnah und begrenzt den Randsaum gegen ein recht schmales, langgestrecktes Ventralfeld.

Ontogenie und Variabilität: Bei frühjuvenilen Otolithen (Abb. 21/9) ist der Knick des Ventralrandes und damit der ventrale Schwerpunkt noch deutlich vor die Mitte verlagert. Mit weiterem Wachstum wird der ventrale Schwerpunkt schnell in Richtung Mitte der Otolithenlänge verschoben, und schon mittelgroße Otolithen zeigen die charakteristische Form. Der Hinterrand juveniler Otolithen ist noch mehr oder weniger deutlich gerundet. Das gut abgesetzte Caudalende bildet sich erst mit zunehmendem Wachstum heraus. Die Begrenzung des Sulcus auf dem Rostrum ist recht fein und verwischt sich schon bei mäßiger Korrosion.

Diskussion: Vergleichbare fossile *Muraenesox*-Otolithen sind bisher aus dem Eozän von Europa bekannt geworden (zwei valide Arten). Vom Umriß her ähnelt am meisten die Art *Muraenesox spatulus* NOLF & CAPPETTA, 1976 aus dem Mitteleozän des Pariser Beckens und Belgiens, ist aber etwas gedrungener und vor allem in Längsrichtung stärker gebogen, mit sehr konvexer Innenseite. Noch gedrungener und deutlicher vom amerikanischen Material entfernt ist die zweite eozäne Art *M. cymbium* STINTON, 1966.

Vorkommen: Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Anguilloidei? incertae****"genus Anguilloideorum?" sp.**

Abb. 21/20

Material: 1 linke Sagitta (P66)

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
234(P66)	1,9	1,2	0,5	1,58	3,8

**Beschreibung:** Der Otolith ist sehr klein, relativ massiv und in der Längsachse gebogen. Bei länglich-ovalem Umriß nimmt er durch das stark zugespitzte Rostrum eine etwa tropfenförmige Gestalt an. Die Innenseite ist gleichmäßig konvex gewölbt, die Außenseite von der Anlage her konkav, was jedoch durch die dorsale Verdickung der Außenseite kompensiert wird. Jene buckelartige Verdickung nimmt einen großen Teil der dorsalen Außenseite ein, während der ventrale Bereich relativ dünn bleibt.

Der schwach wellige Dorsalrand ist mäßig konvex gebogen, mit einer stumpfen mitdorsalen Ecke. Der Hinterrand ist etwa in der Mitte leicht eingedellt, insgesamt aber schwach konvex gerundet. Der Ventralrand verbindet in mäßig konvexem Bogen das Rostrum mit dem Hinterende, bei leicht welligem Verlauf. Am Vorderrand fällt zunächst das kurze, aber spitze Rostrum auf. Es wird vom kleinen, aber deutlich ausgebildeten Antirostrum durch den kurzen Einschnitt der Excisura getrennt.

Der Sulcus verläuft horizontal und nimmt dabei eine mediane Position ein. Er ist relativ schmal, flach und von einer ungegliederten, einheitlichen, colliculären Masse ausgefüllt. Er verjüngt sich caudal etwas und endet, abgerundet verschlossen, in ziemlicher Distanz vom Hinterrand. Der Dorsalrand verläuft von hinten her zunächst schwach konvex, biegt dann ganz leicht abwärts und zieht gerade weiter zum Antirostrum. Der Ventralrand ist in den hinteren zwei Dritteln schwach konvex und steigt nach vorn zu einer kleinen, nach innen gerichteten Ecke an. Von hier aus erstreckt er sich etwa gerade zur Spitze des Rostrums. Über dem Sulcus ist eine niedrige, längliche Area angedeutet, ventral leicht vertieft. Kurz unter dem Sulcus befindet sich eine schwache Ventrallinie, weiter unten ist eine zweite angedeutet.

**Diskussion:** In der Sammlung des IRSNB Brüssel konnten keine direkt vergleichbaren Otolithen gefunden werden, weder bei Anguilliformes noch bei anderen Gruppen. Die meisten Beziehungen lassen sich jedoch noch zu Anguilliformes erkennen, und es handelt sich möglicherweise um eine rein fossile Gruppe. Solange keine direkt vergleichbaren Otolithen rezenter Fische ermitteln werden können, bleibt die systematische Position unsicher.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Ordo Clupeiformes**  
**Subordo Clupeoidei**

**Familia Clupeidae C UVIER, 1817**

Genus *Brevoortia* GILL, 1863

Typus-Art: *Clupea menhaden* MITCHILL, 1814

***Brevoortia aff. tyrannus***

Abb. 21/24

Material: 2 Otolithen (P14).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OL/OH	OL/OD	
60(P14)	2,42	1,2	2,02		foss. Otolith
	2,9	1,4	2,07		rez. Vergl.-mat.

**Beschreibung:** Die Otolithen sind klein, langgestreckt und dünn. Sie sind in der Längsachse etwas gebogen, mit leicht konvexer Innenseite und leicht konkaver Außenseite. Die Außenseite ist median noch etwas eingesenkt. Im Zentrum dieser Einsenkung befindet sich ein Grübchen. Ein sehr charakteristisches Merkmal ist ein langes und relativ massives Rostrum. Es erreicht etwas mehr als ein Drittel der gesamten Otolithenlänge. Die Excisura bildet einen rechten Winkel und ist kaum nach hinten eingeschnitten. Das Antirostrum bleibt dadurch kurz und relativ stumpf.

Der Dorsalrand verläuft mit leicht konvexer Biegung nach hinten zum Caudalende, welches deutlich über der Mittelachse der Otolithen liegt. Das Hinterende ist schräg abgestutzt und geht an einer groben Zacke in den horizontal verlaufenden Ventralrand über. Dorsal- und Ventralrand sind kräftig gezackt, der Dorsalrand unregelmäßiger und gröber als der Ventralrand. Der Sulcus liegt leicht inframedian und ist sehr weit und tief eingeschnitten. Sein Ventralrand erstreckt sich etwa parallel dem Ventralrand des Otolithen und ist durch eine leistenartige Crista inferior begrenzt. Etwas hinter der Mitte ist er leicht nach innen eingezogen und erweitert sich wieder etwas im caudalen Bereich des Sulcus. Der vordere Teil der Crista inferior (auf dem Rostrum) zeigt eine feine, vertikale Kerbung. Vom verjüngten Caudalende des Sulcus läuft der Dorsalrand zunächst schräg nach vorn-oben bis zu einer deutlichen Ecke. Davor ist er etwas konkav eingebogen und steigt dann wieder zur Spitze des Antirostrums an. Im ostialen Teil, hinter der Excisura, ist der Sulcus am tiefsten. Von dort aus zieht eine mediane Furche nach hinten in den caudalen Bereich. Insgesamt ist der Dorsalrand zu einer Crista superior verdickt, die im vorderen Teil irreguläre Kerben besitzt. Über dem Sulcus erstreckt sich eine niedrige, lange und ventral deutlich eingesenkte Area.

**Diskussion:** Der komplette fossile Otolith steht den Otolithen der rezenten Art sehr nahe und weicht vor allem durch das kurze, stumpfe Rostrum von letzteren ab. Ich schließe ihn daher nur mit Vorbehalt der rezenten Art an. Für die sichere Artbestimmung ist mehr Material erforderlich.

**Vorkommen:** St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland.

**"genus Clupeidarum" longirostris n. sp.**

Abb. 21/21-23, Taf. 16 Fig. 3

Holotypus: Nr. 846, Taf. 16 Fig. 3

Paratypen: Nr. 843/P25, 844/P25, 845/P25, Abb. 21/21-23.

Locus typicus: Virginia, King William County, Pamunkey River bei Farm Townsend (loc. 19).

Stratum typicum: Mitteleozän, Claibornean, Piney Point Formation (Basis Bed A).

Derivatio nominis: zusammengesetzt aus lat. "longus" = lang und "rostrum" = Schnabel, nach dem langen Rostrum.

Diagnose: Otolithen sehr klein, dünn, sehr langgestreckt (OL/OH-Index um 2), Dorsal- und Ventralrand etwa parallel und gerade. Rostrum lang, spitz ausgezogen. Excisura und Antirostrum ± deutlich ausgebildet. Sulcus sehr weit und tief.

Material: 13 Otolithen: P25(11), P41(1), P66(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OL/OH
845(P25)	1,7	0,9	1,9
843(P25)	1,9	0,9	2,1
844(P25)	1,9	0,9	2,1

**Beschreibung:** Die sehr kleinen Otolithen sind langgestreckt, dünn und in der Längsachse kaum gebogen. Der Dorsalrand ist etwas schräg nach hinten gestellt und sehr schwach konvex gebogen, teilweise hinten auch etwas konkav eingezogen. Der Hinterrand verläuft gleichmäßig konvex und ist dabei etwas schräg nach hinten gestellt. Von einer mehr oder weniger deutlich wahrnehmbaren Ecke aus führt der Ventralrand zunächst im leicht konvexen Bogen nach vorn. Unter dem Rostrum dann verläuft er annähernd gerade und horizontal. Im mittleren Abschnitt zeigt der Ventralrand häufig einige grobe Zacken, sonst sind die Ränder glatt bis etwas undulös. Das Rostrum ist lang und massiv. Vom Antirostrum trennt es die kurze, breit dreieckige Excisura.

Einen großen Teil der Innenseite nimmt der sehr weite, mäßig tiefe Sulcus ein. Caudal ist der Sulcus schräg abgeschnitten und bildet mit dem geraden, horizontal verlaufenden Ventralrand eine deutliche Ecke. Im mittleren Teil verdickt sich der Sulcus zu einer erhöhten Crista inferior. Der Dorsalrand des Sulcus ist im mittleren Bereich gerade und annähernd horizontal ausgerichtet, dabei zu einer Crista superior verdickt. Er biegt hinten ohne scharfe Grenze in den Hinterrand ein und steigt vorn zur Spitze des Antirostrums an. Von der Excisura aus reicht eine Furche schräg nach innen in den Sulcus. In deren Umgebung erreicht der Sulcus seine maximale Vertiefung. Über dem Sulcus liegt eine mehr oder weniger deutliche, ventral etwas vertiefte Area.

**Diskussion:** Die Otolithen lassen sich am besten mit solchen der Gattung *Sardinella* vergleichen. Allerdings ist die Morphologie vieler Clupeidae-Otolithen so generalisiert, daß eine generische Bestimmung wenig Sinn macht, zumal viele rezente Gattungen unzureichend untersucht sind.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Ordo Siluriformes****Familia Ariidae G ÜNTHER, 1864**Genus *Arius* VALENCIENNES in CUVIER & VALENCIENNES, 1840Typus-Art: *Pimelodus arius* HAMILTON, 1822***Arius* aff. *felis* LINNAEUS, 1758**

Abb. 21/27

Material: 1 Otolith (P11).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OL/OH
799(P11)	5,1	4,5	1,13

**Diskussion:** Der etwas erodierte Otolith aus der Choptank Formation kommt morphologisch den Lapilli der rezenten Art *Arius felis* (Golfküste und Florida) sehr nahe. Nur der anteroventrale Vorsprung ist nicht so stark ausgebildet. Die kann aber eine Folge der Erosion sein. Ähnliche Otolithen wurden von NOLF (1976) von Trinidad (Springvale Formation - Obermiozän bis Unterpliozän) beschrieben. Die Lapilli von *Arius spixii* AGASSIZ, 1829 besitzen eine stark abweichende Morphologie und nähern sich darin schon mehr denen der Gattung *Selenaspis* BLEEKER, 1858 an.

**Vorkommen:** Mittelmiozän (Choptank Formation, Boston Cliffs Member), Maryland (Calvert County, Scientists Cliffs).

***Arius stauroforus* (LYNN & MELLAND, 1939)**\* 1939 *Felichthys stauroforus* LYNN & MELLAND: 14-20, 3 Fig.

**Diskussion:** Die fossile Art basiert auf einem Schädel, der im Bed 12 der Calvert Formation südlich von Plum Point gefunden wurde. Aus dem Schädel konnte auch der linke Lapillus isoliert werden, der von den Autoren beschrieben und abgebildet wurde. Er unterscheidet sich in Umriß und Querschnitt etwas vom Material aus der Choptank Formation, so daß beide hier getrennt gehalten werden.

**Vorkommen:** Calvert Formation (Plum Point Marl Member, Bed 12), Maryland (Calvert County, Kliffs südlich von Plum Point).

**Genus indet.****"genus Ariidarum" sp.**

Abb. 21/26

Material: 3 Otolithen: P41(1), P68(2).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
112(P41)	2,1	1,6	0,5	1,31	4,2

**Beschreibung:** Die Lapilli zeigen einen nahezu ideal eiförmigen Umriß und besitzen einen plankonvexen Querschnitt. Dabei ist die Außen-

seite eben und die Innenseite konvex gewölbt, sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung.

Im Zentrum der Außenseite liegt eine kleine, grubenartige Vertiefung, sonst sind noch einige verschwommene Unebenheiten zu erkennen. Von den Rändern, vor allem vom im vorderen Bereich etwas gezackten Dorsalrand, ziehen mehr oder weniger deutliche, radiale Furchen etwas nach innen. Im ostialen Bereich begrenzen zwei schwache, divergierende Leisten ein dreieckiges Feld, welches bis kurz vor die zentrale Vertiefung reicht. Auf der Innenseite begrenzt eine schwache Furche einen schmalen, flachen Randsaum von der sonst stärker gewölbten Oberfläche. Die gesamte Innenseite ist glatt.

**Diskussion:** Die vorliegenden Lapilli gehören zu einer im Paläogen weit verbreiteten Ariidae-Gruppe, die in Europa schon im Danium vertreten ist [*"genus Ariidarum" danicus* (KOKEN, 1891)] und zuletzt im Oligozän des Mainzer Beckens vorkommt [*"genus Ariidarum" vangionis* (KOKEN, 1891)]. Es handelt sich sicher um eine ausgestorbene, paläogene Gattung. Mit dem Nachweis der Gruppe im Paläogen der USA wird eine ambiatlantische Verbreitung der Gruppe deutlich.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### Ordo Salmoniformes

#### Subordo Argentinoidei

#### Familia Argentinidae Bonaparte, 1832

Genus *Argentina* LINNAEUS, 1758

Typus-Art: *Argentina sphyraena* LINNAEUS, 1758

#### *Argentina* sp.

Abb. 21/32

**Material:** 1 Otolith (P14).

**Beschreibung:** Dem einzigen vorhandenen Otolithen fehlt die Spitze des Rostrums, sonst ist er gut erhalten. Zur Beschreibung ist er so orientiert, daß der Sulcus in horizontaler Position kommt. Der Otolith ist annähernd plankonvex, mit schwach konvexer Außen- und etwa ebener Innenseite. Der Dorsalrand fällt vom Postdorsaleck schräg nach vorn zum Antirostrum ab, unter grob welligem Verlauf. Der Hinterrand ist fast senkrecht vom Postdorsaleck fast senkrecht nach unten gerichtet und etwas über der Mitte ausgebogen. Er geht fließend in den stark konvexen Ventralrand über, dessen stärkste Biegung hinter der Mitte liegt. Von hier aus steigt er mit nur noch schwach konvexer Biegung zum Rostrum an. Er ist im gesamten Bereich etwas irregulär gekerbt. Die Skulptur der Ränder setzt sich in Form von flachen Furchen und Rippen auf den Randbereich der Außenseite fort. Sonst ist die Außenseite glatt und zeigt neben einem medianen Grübchen noch einige konzentrische Wachstumsringe.

Der Sulcus liegt supramedian und ist relativ

weit und tief. Der Dorsalrand verläuft unter leicht sigmoidaler Biegung annähernd horizontal nach hinten und fällt dann schräg zum verjüngten Caudalende ab. Der Ventralrand erstreckt sich gerade und horizontal vom Caudalende zum Rostrum. Er ist kurz hinter der Mitte etwas ventral ausgebogen. Es ist genau die Position, an der sich die Grube der Außenseite befindet. Über dem Sulcus liegt eine niedrige Area, ventral deutlich vertieft. Hier ist der Dorsalrand des Sulcus als leistenartige Crista superior ausgebaut. Von den Kerben des Dorsalrandes her reichen flache Furchen bis in die Area. Das Rostrum ist relativ kurz und massiv, wobei die Spitze abgebrochen ist. Die Excisura ist kaum eingeschnitten, das Antirostrum sehr kurz.

**Diskussion:** Der Otolith ist zu schlecht erhalten, um artlich bestimmt zu werden. *Argentina* ist im Nordwestatlantik mit zwei Arten vertreten: *A. silus* und *A. striata*. Während *A. silus* auch im Ostatlantik vorkommt, bleibt *A. striata* auf den westatlantischen Raum beschränkt.

**Vorkommen:** St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Calvert County).

### Ordo Myctophiformes

#### Familia Myctophidae Gill, 1893

Genus *Diaphus* EIGENMANN & EIGENMANN, 1890

Typus-Art: *Diaphus theta* EIGENMANN & EIGENMANN, 1890.

#### *Diaphus* sp. 1

Abb. 21/29-31

**Material:** 1 Otolith (P15).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OL/OH
798(P15)	2,0	1,7	1,18

**Beschreibung:** Der Einzelfund aus der Calvert Formation besitzt die typische *Diaphus*-Morphologie. Er ist etwas länger als hoch und durch den gleichmäßig konvexen Dorsal- und Ventralrand regulär oval im Umriß, ohne deutliche Eckenbildung der Ränder. Nur der Ostialrand ist stärker gegliedert. Hier führt ein schräger Einschnitt zur Ausbildung eines kurzen, aber recht spitzen Antirostrums. Das etwas kürzere Rostrum ist breiter und stumpfer als das Antirostrum. Während der Dorsalrand nur undeutlich und irregulär gewellt ist, befinden sich am Ventralrand 7 kurze, breite und stumpfe Zähne.

Der Sulcus liegt etwa median. Er ist in eine kürzere Cauda und ein längeres Ostium unterteilt. Beide beinhalten länglich-ovale, flache Colliculi, wobei das ostiale Colliculum stärker verlängert ist. Unter dem caudalen Colliculum liegt ein schmales, längliches Pseudocolliculum, vom Ventralrand der Cauda durch eine tiefe Furche getrennt. Über dem Sulcus ist die Area etwas vertieft (vor allem ventral), wodurch der Dorsalrand des Sulcus als schwache Crista betont ist. Unter dem Sulcus erstreckt sich

ein schwach gewölbtes, glattes Ventralfeld, von einer nahezu perfekt kreisbogenförmigen Ventrallinie vom ventralen Randsaum abgesetzt.

**Diskussion:** Eine sichere artliche Bestimmung ist mit dem einzigen Otolithen nicht möglich. Die meisten Beziehungen sehe ich noch zu *D. cahuzaci* STEURBAUT, 1979 aus dem Grenzbereich Oligozän/Miozän bis Mittelmiozän der Aquitaine.

**Vorkommen:** Calvert Formation (Plum Point Marl Member, Bed 10), Maryland.

**Diaphus sp. 2**

Abb. 22/1

Material: 3 Otolithen (P57).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OL/OH
583(P57)	1,6	1,3	1,23
584(P57)	1,8	1,4	1,3

**Beschreibung:** Im Material von Lee Creek Mine sind einige kleine, sehr gedrungen rundliche *Diaphus*-Otolithen vertreten, die von mehr oder weniger juvenilen Fischen stammen. Die rundliche Gestalt leitet sich aus dem recht gleichmäßig konvexen Verlauf von Ventral-, Hinter- und Dorsalrand ab. Während am Dorsalrand nur einige schwache, irreguläre Einkerbungen ausgebildet sind, sind am Ventralrand etwa 6-10 stumpfe, breite Zähnnchen entwickelt. Den Vorderrand prägt das breit dreieckige, kurze und massive Rostrum. Darüber liegt ein wesentlich kürzeres Rostrum, durch einen flach dreieckigen Einschnitt vom Rostrum getrennt.

Der Sulcus ist relativ geräumig, aber flach. Im Ostium befindet sich ein langovales Colliculum. Das caudale Colliculum ist relativ klein und ebenfalls recht gestreckt. Darunter liegt ein umfangreicheres Pseudocolliculum. Die Area über dem Sulcus ist kaum vertieft, glatt und nicht klar abgrenzbar. Unter dem Sulcus grenzt eine gleichmäßig konvexe Ventrallinie das niedrige, schwach gewölbte und glatte Ventralfeld gegen den relativ breiten ventralen Randsaum ab.

**Ontogenie und Variabilität:** Eine komplette ontogenetische Serie liegt nicht vor, vielmehr sind alle vorhandenen Otolithen etwa gleich groß und stammen von juvenilen Fischen. Die Variabilität der Otolithen ist recht gering und betrifft vor allem die Stärke und Zahl der Zähnnchen des Ventralrandes. Das Fehlen gut erhaltener Adulti begrenzt die Möglichkeit einer artlichen Bestimmung der Otolithen.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

Genus *Ceratoscopelus* GÜNTHER, 1864

Typus-Art: *Scopelus maderensis* LOWE, 1839

**Ceratoscopelus maderensis (LOWE, 1839)**

Abb. 22/2-6

. 1983 *Ceratoscopelus maderensis*, - FITCH & LAVENBERG: 515, Fig. 1G.

Material: 24 Otolithen (P57).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OL/OH
126(P57)	1,3	0,9	1,44
127(P57)	1,4	0,8	1,75
128(P57)	1,5	0,9	1,67
129(P57)	1,5	0,9	1,67

**Diskussion:** Die fossilen Otolithen aus dem Pliozän von North Carolina stimmen völlig mit den Otolithen der rezenten Art *C. maderensis* überein und können ohne Vorbehalt zur gleichen Art gestellt werden. *C. maderensis* ist etwa ab Obermiozän zirkunnordatlantisch verbreitet und aus europäischen Faunen mit mesopelagischen Elementen gut bekannt.

**Vorkommen:** Pliozän (Yorktown Formation, Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

**Ordo Batrachoidiformes**

**Familia Batrachoididae**

**JORDAN & EVERMANN, 1898**

Genus indet.

**"genus Batrachoididarum" fusiformis n. sp.**

Abb. 22/7-10

**Holotypus:** Rechte Sagitta Nr. 411(P66), Abb. 22/7.

**Parotypen:** Otolithen Nr. 655(P41) und 816(P25), Abb. 22/7 u. 10.

**Locus typicus:** Virginia, Hanover County, Pamunkey River bei Farm Horseshoe (loc. 24).

**Stratum typicum:** Eozän, Piney Point Formation, Bed A (oberer Bereich).

**Derivatio nominis:** zusammengesetzt aus lat. "fusus" = Spindel und "forma" = Form, nach der spindelförmigen Gestalt der Otolithen.

**Diagnose:** Otolithen klein, spindelförmig, in horizontaler und vertikaler Richtung bikonvex, rostral und ostial zugespitzt. Die Skulptur der Außenseite besteht aus kurzen, radial gestellten Rippen und einer verdickten medianen Zone, durch flache Buckel geliedert. Ränder ± gezähnt. Sulcus suprmedian, relativ eng und tief. Ostium lang, wenig erweitert, Cauda hinten ventral erweitert und vertieft. Collum verengt, Colliculi weit auseinander liegend.

**Material:** 9 Otolithen: P25(3), P41(3), P66(1), P67(1), P68(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
441(P66)	2,1	1,15	0,58	1,83	3,62	Holotypus

**Beschreibung:** Als Holotypus fungiert ein sehr gut erhaltener Subadultus bis Adultus von in Längsrichtung nahezu bilateral-symmetrischer, spindelförmiger Gestalt, dabei recht massiv für

seine geringe Größe. Er ist in Längsrichtung kaum gebogen, und die Innenseite ist stärker konvex als die Außenseite, ebenso in vertikaler Richtung. Im Zentrum der Außenseite befindet sich eine schwache Depression, darunter liegt ein Längswulst, der zwischen Caudalende und Rostrum etwa parallel zum Ventralrand verläuft. Dieser Längswulst gliedert sich in einige breite Loben, getrennt durch schmale, flache Furchen. Von den Rändern her ziehen breite, gerundete Rippen, getrennt durch schmale Furchen, radial nach innen. Sie reichen nicht in die zentrale Depression und bleiben ventral enger und kürzer als dorsal. Mit dieser Skulptur korrespondiert die Wellung der Ränder.

Dem Dorsalrand fehlt jegliche Eckenbildung, und er bildet einen gleichmäßig konvexen Bogen, ebenso der Ventralrand. Beide treffen sich hinten in der etwas ausgezogenen Ecke des Caudalendes. Am Vorderrand fällt das dreieckige, kurze, aber deutlich zugespitzte Rostrum auf. Excisura und Antirostrum hingegen fehlen ganz.

Der insgesamt leicht geschwungene, mäßig weite und recht tiefe Sulcus ist etwas in supramediane Position gerückt und horizontal ausgerichtet. Er öffnet sich ostial. Ostium und Cauda lassen sich gut abgrenzen. Das Ostium ist etwas kürzer als die Cauda und nur ventral leicht erweitert. Auch die Cauda erweitert sich hinten noch deutlich, eben-

falls in ventraler Richtung. Die gesamte Gliederung ist nur am Ventralrand des Sulcus durch entsprechende Eckenbildungen deutlich ablesbar, während der Dorsalrand eine gleichmäßig sigmoidale Schwingung aufweist. Interessant sind die Verhältnisse im Bereich des Collums. Das Collum ist sehr breit und flach, bedeckt durch ein dünnes, antero-caudales Pseudocolliculum. Das Ostium davor und der hintere Teil der Cauda sind dagegen vertieft. Hier liegen die eigentlichen Colliculi. Das ostiale Colliculum ist relativ umfangreich und dick, etwa doppelt so lang wie hoch, und füllt das Ostium weitgehend aus. Das caudale Colliculum besitzt einen irregulär langovale Umriß und füllt nur den tiefsten Teil der Cauda direkt hinter dem Collum aus.

Der Dorsalrand des Sulcus ist vor allem in der vorderen Hälfte zu einer kräftigen Crista superior ausgebaut. Nach hinten schwächt sie sich ab und erlischt über dem Hinterende der Cauda. Darüber liegt

**Ontogenie und Variabilität:** Morphologische Veränderungen während der Ontogenese bleiben gering und betreffen in erster Linie die Stärke der Skulptur. Die Subadulti bis Adulti variieren in einigen Punkten etwas. Der Sulcus kann mehr oder weniger deutlich suprmedian liegen, und das Collum ist unterschiedlich breit. Auch die

## Abb. 22

Abb. 22/1: *Diaphus* sp. 2

Linke Sagitta Nr. 798(P15), Innenseite, Calvert Formation (Bed 10), Maryland.

Abb. 22/2-6: *Ceratoscopelus maderensis* (LOWE, 1839)

Sagittae Nr. 127(P57), 130(P57), 126(P57), 132(P57), 131(P57), von innen; alles Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 22/7-10: "genus *Batrachoididarum*" *fusififormis* n. sp.

7a-c: rechte Sagitta Nr. 411(P66), Holotypus, a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite, 8: rechte Sagitta Nr. 655(P41), Paratypus, Außenseite, 9: 825(P25); 10: rechte Sagitta Nr. 816(P25), Paratypus, Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 22/11-14: *Phycis amplus* n. sp.

11a-b: linke Sagitta Nr. 767(P35), a: Innenseite, b: ventral; 12a-c: rechte Sagitta Nr. 570(P35), a: Innenseite, b: dorsal, c: ventral; 13a-c: rechte Sagitta Nr. 571(P35), a: Innenseite, b: ventral, c: dorsal; 14: rechte Sagitta, a: Innenseite, b: ventral, c: dorsal; alles Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Abb. 22/15-16: *Antennarius* sp.

15a-c: subadulte rechte Sagitta Nr. 406(P41), a: Innenseite, b: Außenseite, c: ventral; 16: subadulte, etwas erodierte rechte Sagitta Nr. 794(P25), Innenseite; alles Piney Point Formation, Virginia, Pamunkey River Sektion.

Abb. 22/17-21: *Bregmaceros* sp.

Sagittae Nr. 922(P57), 921(P57), 923(P57), 920(P57) und 919(P57), Innenseite; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (LeeCreek Mine).

Abb. 22/22-25: *Phycis* sp. 1

22a-b: rechte Sagitta Nr. 472 (P15), a: Innenseite, b: ventral; 23a-c: rechte Sagitta Nr. 479(P15), a: Innenseite, b: ventral, c: dorsal; 24a-b: rechte Sagitta Nr. 471(P15), a: Innenseite, b: ventral; 25a-b: linke Sagitta Nr. 478(P15), a: Innenseite, b: ventral; Calvert Formation (Bed 10), Maryland (Aguasco).

Abb. 22/26-29: "genus aff. *Urophycis*" sp.

26a-c: linke Sagitta Nr. 574(P14), a: Innenseite, b: ventral, c: dorsal; 27a-c: linke Sagitta Nr. 90(P14), a: Innenseite, b: ventral, c: dorsal; 28a-d: rechte Sagitta Nr. 91(P14), a: ventral, b: dorsal, c: Außenseite, d: Innenseite; 29a-d: rechte Sagitta Nr. 474(P14), a: Innenseite, b: ventral, c: dorsal, d: Außenseite; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Little Cove Point).

## Fig. 22

Fig. 22/1: *Diaphus* sp. 2

Left sagitta No. 798(P15), inner face, Calvert Formation (Bed 10), Maryland.

Fig. 22/2-6: *Ceratoscopelus maderensis* (LOWE, 1839)

sagittae No. 127(P57), 130(P57), 126(P57), 132(P57), 131(P57), inner face; all Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 22/7-10: "genus *Batrachoididarum*" *fusififormis* n. sp.

7a-c: right sagitta No. 411(P66), holotype, a: inner face, b: ventral, c: outer face, 8: right sagitta No. 655(P41), paratype, outer face, 9: 825(P25); 10: right sagitta No. 816(P25), paratype, inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Fig. 22/11-14: *Phycis amplus* n. sp.

11a-b: left sagitta No. 767(P35), a: inner face, b: ventral; 12a-c: right sagitta No. 570(P35), a: inner face, b: dorsal, c: ventral; 13a-c: right sagitta No. 571(P35), a: inner face, b: ventral, c: dorsal; 14: right Sagitta, a: inner face, b: ventral, c: dorsal; all Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 22/15-16: *Antennarius* sp.

15a-c: subadult right sagitta No. 406(P41), a: inner face, b: outer face, c: ventral; 16: subadult, slightly corroded right sagitta No. 794(P25), inner face; all Piney Point Formation, Virginia, Pamunkey River Sektion.

Fig. 22/17-21: *Bregmaceros* sp.

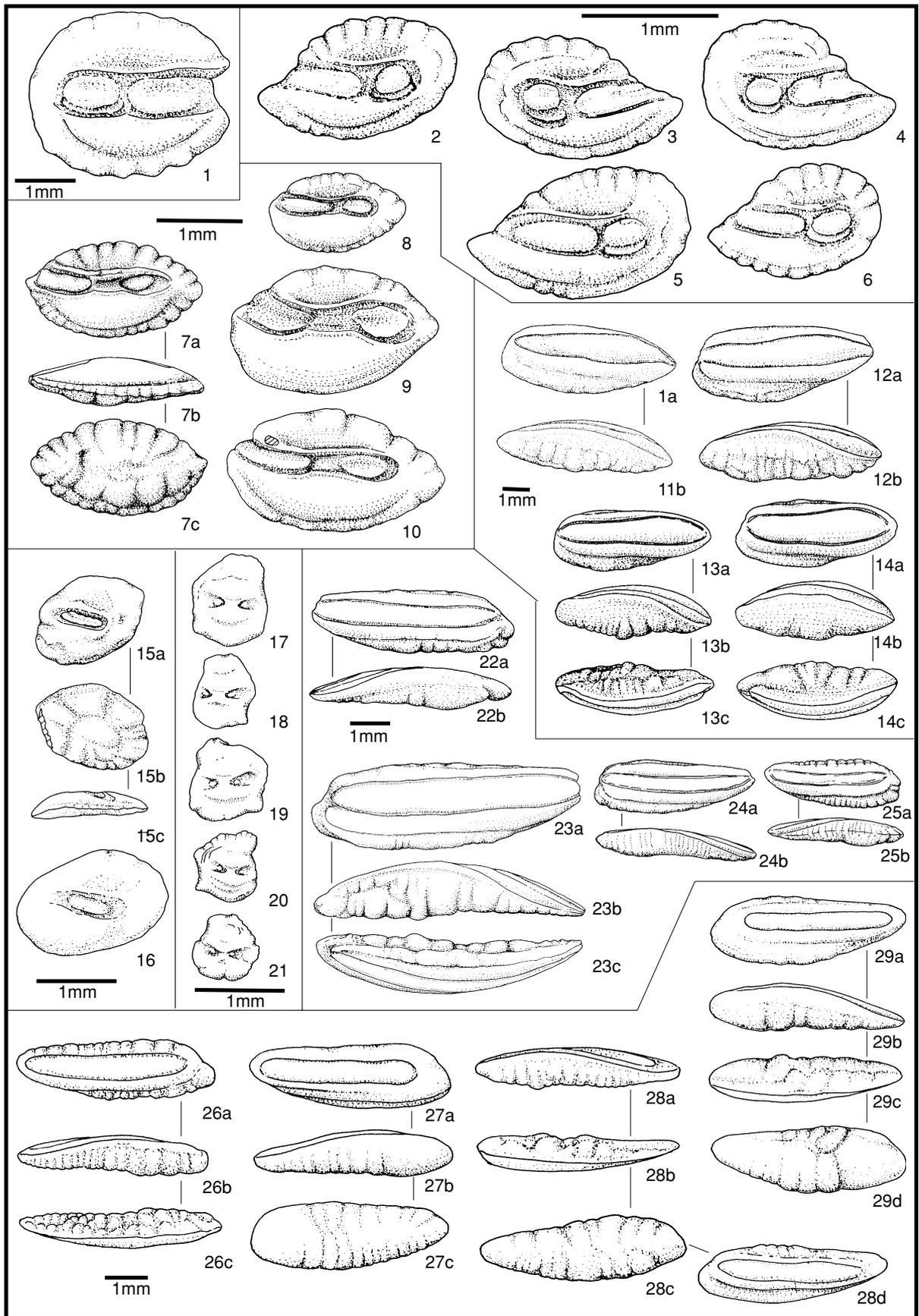
sagittae No. 922(P57), 921(P57), 923(P57), 920(P57) und 919(P57), inner face; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (LeeCreek Mine).

Fig. 22/22-25: *Phycis* sp. 1

22a-b: right sagitta No. 472 (P15), a: inner face, b: ventral; 23a-c: right sagitta No. 479(P15), a: inner face, b: ventral, c: dorsal; 24a-b: right sagitta No. 471(P15), a: inner face, b: ventral; 25a-b: left sagitta No. 478(P15), a: inner face, b: ventral; Calvert Formation (Bed 10), Maryland (Aguasco).

Fig. 22/26-29: "genus aff. *Urophycis*" sp.

26a-c: left sagitta No. 574(P14), a: inner face, b: ventral, c: dorsal; 27a-c: left sagitta No. 90(P14), a: inner face, b: ventral, c: dorsal; 28a-d: right sagitta No. 91(P14), a: ventral, b: dorsal, c: outer face, d: inner face; 29a-d: right sagitta No. 474(P14), a: inner face, b: ventral, c: dorsal, d: outer face; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Little Cove Point).



Form des immer kurzen Rostrums reicht von spitz dreieckig (wie beim Holotypus) bis sehr stumpf.

**Diskussion:** Die Otolithenmorphologie, vor allem auch die des Sulcus, lehnt sich an die bestimmter Batrachoididae-Otolithen an, beispielsweise des heute an den USA-Küsten vorkommenden Oyster Toadfishes (*Opsanus tau*). Eine generische Bestimmung ist wegen unzureichendem Vergleichsmaterial kaum möglich. Ähnlich können auch Otolithen von Gattungen der Scorpaeniformes (Synancejidae) sein.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Ordo Lophiiformes**  
**Subordo Antennaroidei**  
**Familia Antennariidae Gill, 1863**

Genus *Antennarius* CUVIER, 1817

*Lophius chironectes* CUVIER, 1815

***Antennarius* sp.**

Abb. 22/15-16

**Material:** 2 Otolithen: P25(1), P41(1).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
406(P41)	1,4	1,1	0,4	1,27	3,4
794(P25)	1,9	1,5	--	1,27	--

**Beschreibung:** Die kleinen Otolithen besitzen einen irregulär-rhombischen Umriß und sind in der Längsachse gebogen, bei konkaver Außen- und konvexer Innenseite. In vertikaler Richtung sind beide Seiten konvex, die Innenseite stärker als die Außenseite. Auf der Oberfläche der Außenseite ziehen flache, verschwommene Depressionen nach innen, erreichen aber nicht das leicht eingesenkte Zentrum.

Zur Beschreibung sind die Otolithen so orientiert, daß der Ventralrand etwa horizontal ausgerichtet ist. Vorder- und Hinterende sind schräg nach hinten gerichtet und ziemlich gerade abgestutzt, wobei der Vorderrand auf der Höhe des Sulcus nach vorn ausgebuchtet ist. Der Dorsalrand fällt mit leicht konvexer Biegung schräg nach hinten ab zum gut ausgebildeten Postdorsaleck. Der Ventralrand schließlich ist ebenfalls leicht konvex gebogen. Da Dorsal- und Ventralrand nach hinten deutlich konvergieren, während Vorder- und Hinterrand etwa parallel ausgerichtet sind, ergibt sich die schief rhombische Form der Otolithen.

Auf der Innenseite ist der sehr schräg gestellte, kurze und allseitig verschlossene Sulcus weit nach vorn gerückt und endet kurz vor der Ausbuchtung des Vorderrandes. Er ist ungegliedert, relativ eng und mäßig tief. Auf dem Boden des Sulcus liegt ein dünnes, flaches Colliculum. Über dem Sulcus, jenseits einer verdickten Zone an dessen Dorsalrand, ist die Oberfläche der Otolithen leicht vertieft. Dieser Bereich begrenzt eine feine, undeutliche Linie, die sich hinter dem Sulcus herum zieht und im Ventralbereich verliert.

**Diskussion:** Vergleichbare Otolithen wurden von STINTON (1973 und 1978, teilweise als Congridae ausgewiesen) aus dem englischen Eozän beschrieben. Vor allem *Antennarius excavatus* STINTON, 1978 ist so ähnlich, daß das amerikanische Material konspezifisch sein könnte. Eine sichere Bestimmung setzt jedoch adultes Material voraus.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Ordo Gadiformes**  
**Subordo Gadidei**

**Familia Bregmacerotidae GILL, 1872**

Genus *Bregmaceros* THOMPSON, 1840

Typus-Art: *Bregmaceros mccllellandi* THOMPSON, 1840

***Bregmaceros troelli* DANTE & FRIZZELL in  
FRIZZELL & DANTE, 1965**

\*1965 *Bregmaceros troelli* DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE: 699-700, Taf. 87 Fig. 14, 19.

1985 *Bregmaceros troelli*, - NOLF: 59.

**Vorkommen:** Eozän (Claibornian, Weches Formation), Texas.

***Bregmaceros* sp.**

Abb. 22/17-21

**Material:** 30 Otolithen (P57).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH
919(P57)	0,79	0,92		0,86
920(P57)	0,99	1,09		0,95
921(P57)	0,79	0,90		0,88
922(P57)	0,96	1,16		0,83

**Beschreibung:** Unter den kleinen, meist stärker korrodierten *Bregmaceros*-Otolithen ist Otolith Nr. 920 (Taf. Fig. 21) am besten erhalten. An ihm orientiert sich die nachfolgende Beschreibung. Der Otolith ist deutlich höher als lang. Die Innenseite ist in vertikaler und horizontaler Richtung etwa plan, die Außenseite konvex gewölbt. Durch die sehr starke Gliederung der Ränder und die breit und stark ausgezogene postdorsale Partie entsteht ein recht irregulärer Umriß. Der Dorsalrand besitzt ein Mittdorsaleck. Von dort fällt er etwa gleich schräg nach vorn und hinten ab, wobei der Anterodorsalrand länger ist und weiter nach unten reicht. An einer stumpfen Ecke geht der Postdorsalrand in den Hinterrand über. Dieser fällt steil nach unten ab, ist aber zunächst konkav nach innen eingezogen. Auch der Vorderrand setzt an einer stumpfen Ecke an. Er führt im konkaven Bogen nach unten und geht an einer spitz ausgezogenen Ecke in den Ventralrand über. Der Ventralrand verläuft konkav, etwas winklig. Die Spitze des Winkels liegt genau gegenüber dem Mittdorsaleck. Auf der Außenseite markiert eine flache, rundliche Erhebung in

subzentraler Position den Bereich der größten Dicke des Otolithen.

Der Sulcus liegt in deutlich inframedianer Position. Er öffnet sich dreieckig und unscharf begrenzt in ostialer und caudaler Richtung. Ostium und Cauda werden durch ein breites Pseudocolliculum getrennt. Sie erscheinen daher weit getrennt. In den zum Collum gerichteten Winkeln von Ostium und Cauda liegen kleine, rundliche, undeutlich begrenzte Colliculi.

**Variationsbreite:** Die Otolithen variieren deutlich im L/H-Index und in der Gestaltung der Ränder. Es sind zwischen niedriger und gedrungen erscheinenden und sehr schmalen, hohen Varianten alle Übergänge vorhanden. Die Betonung der postdorsalen Partie fällt ebenfalls recht unterschiedlich aus. Schließlich schwankt auch die konvexe Einfeldung des Vorderrandes beträchtlich.

**Diskussion:** Die Familie Bregmacerotidae besteht nur aus der Gattung *Bregmaceros*, zu der heute etwa 7 rezente Arten gestellt werden. Es handelt sich um kleine Fische (selten mehr als 10cm lang), die im Epi- und oberen Mesopelagial von Plankton leben. Im NW-Atlantik ist bisher eine Art nachgewiesen worden (*B. atlanticus*), die auch im E-Atlantik, Mittelmeer und W-Indik vorkommt. Die Otolithen von *B. atlanticus* unterscheiden sich in einigen Punkten deutlich von den fossilen, weshalb die fossilen Otolithen nicht zu dieser Art gestellt werden können. Auffällig ähnlich jedoch sind die von STEURBAUT (1979) als *Bregmaceros* sp. 2 beschriebenen Otolithen (Mittelmiozän der Aquitaine), die zur gleichen Art gehören könnten.

Die Benennung fossiler *Bregmaceros*-Otolithen ist etwas spekulativ, da die Otolithen der rezenten Arten noch wenig untersucht sind. Es fehlen sicher anwendbare Kriterien zur Artunterscheidung auf Otolithenbasis und die fossilen Arten bedürfen der Revision. Mit Rücksicht auf die in keinem Falle perfekt Erhaltung und die angesprochenen Probleme der Systematik belasse ich es bei offener Nomenklatur.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

### **Familia Gadidae R AFINESGUE, 1810**

#### **Subfamilia Phycinae**

Genus *Phycis* WALBAUM, 1792

Typus-Art: *Blennius phycis* LINNAEUS, 1758

#### ***Phycis amplus* n. sp.**

Abb. 22/11-14

**Holotypus:** Otolith Nr. 570(35), Abb.22/12.

**Paratypen:** Otolithen Nr. 767/P35 und 571/P35, Abb. 22/11 u. 13.

**Locus typicus:** Virginia, Henrico County, Pamunkey River, Sand & Gravel Pit Bottoms Bridge (loc. 22).

**Stratum typicum:** Oligozän, Chattium, Old Church Formation.

**Derivatio nominis:** Nach Virginia, dem Bundesstaat der USA, in dem der locus typicus liegt.

**Diagnose:** Otolithen gedrungen, dick, mit etwa gleichmäßig konvexer Innen- und Außenseite in vertikaler und horizontaler Richtung. Größte Dicke der Otolithen

etwa median und nicht nach vorn verschoben. Sulcus weit, caudal noch erweitert, mit flachem, ungeteiltem Colliculum.

**Material:** 51 Otolithen (P35).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
570(P35)	6,3	2,4	2,2	2,63	2,86	Holotypus
571(P35)	6,5	2,8	2,3	2,32	2,83	Paratypus
767(P35)	7,5	3,1	2,4	2,42	3,13	Paratypus

**Beschreibung:** Der Holotypus besitzt eine etwa Getreidekorn-artige Form mit abgerundetem Ostial- und zugespitztem Caudalende. Der Otolith ist in horizontaler und vertikaler Richtung bikonvex, massiv und in Längsrichtung etwas gedreht. Auf der Außenseite ist eine Skulptur aus hauptsächlich vertikal ausgerichteten, irregulären Furchen und Wülsten angelegt, teilweise weiter in einzelnen Pusteln zergliedert. Der Dorsalrand verläuft annähernd horizontal, bei leicht konvexer Krümmung. Der Vorderrand fällt schräg nach vorn ab und geht unter Bildung einer kurzen, stumpfen, anteroventralen Expansion in den Ventralrand über. Letzter zieht unter leicht konvexer Krümmung nach hinten und steigt zum Caudalende hin schräg an. Er ist leicht gewellt, korrespondierend zur Skulptur der Außenseite.

Die glatte Innenfläche ist sowohl dorsal als auch ventral scharf gegen die Randbereiche abgesetzt. Im ventralen Bereich besorgt dies die Ventrallinie. Während der dorsale Randsaum über der Innenfläche nur extrem niedrig und schmal ist, erreicht er im ventralen Bereich (vordere ca. 2/3 der Länge) eine größere Ausdehnung. Der Ventralrand steigt schräg nach hinten zum Caudalende an. Auf der Innenfläche erstreckt sich ein ein weiter und flacher Sulcus etwa in horizontaler Richtung. Er reicht ostial und caudal bis an die Ränder und erweitert sich im caudalen Bereich deutlich. Ein relativ dünnes und ungegliedertes Colliculum füllt den Sulcus völlig aus.

**Ontogenie und Variabilität:** Eine vollständige ontogenetische Serie steht nicht zur Verfügung. Sämtliche Otolithen stammen von adulten bis subadulten Fischen, wie die Skulpturenentwicklung zeigt. Es fehlen typische juvenile Stadien mit einer stärkeren Skulptur der Ränder. Die Otolithen variieren nur in geringem Umfang. Dies betrifft vor allem den OL/OD-Index und die Weite des Sulcus. Selbst bei Exemplaren mit engerem Sulcus ist die caudale Erweiterung des Sulcus jedoch immer deutlich ausgebildet. Allerdings handelt es sich auch nur um eine faziell und zeitlich eng begrenzte Population. Bei zeitlich und räumlich verschiedenen Populationen dürfte auch die Variationsbreite deutlicher größer ausfallen.

**Diskussion:** Siehe unter *Phycis* n. sp. (nachfolgend behandeltes Taxon).

**Vorkommen:** Old Church Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion, Bottoms Bridge).

***Phycis* sp. 1**  
Abb. 22/22-25

Material: 13 Otolithen: P6 (2), P15 (11).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
471(P15)	6,1	1,95	1,1	3,13	5,55
479(P15)	10,7	3,4	2,8	3,40	3,82

**Beschreibung:** Die nachfolgende Beschreibung ist am gut erhaltenen Adultus Nr. 479 (Abb. 22/23) orientiert. Der Otolith ist relativ gestreckt und massiv und besitzt die Anlage einer kräftigen Biegung in der Längsachse. Die Innenseite zeigt dabei eine kräftige konvexe Wölbung in horizontaler Richtung. Das starke Dickenwachstum der Außenseite gleicht die konvexe Anlage aus, so daß die Außenseite in horizontaler Richtung nahezu eben ist. In vertikaler Richtung sind beide Seite konvex. Die größte Dicke der Außenseite ist nach unten verschoben. So ist der ventrale Randbereich dicker als der dorsale. Letzterer wird auf der Außenseite durch eine abgeflachte Randzone begleitet. Die Skulptur der Au-

ßenseite besteht aus weitgehend vertikal orientierten Furchen und Wülsten.

Der Dorsalrand ist etwa horizontal ausgerichtet und leicht konvex gebogen. Der Ventralrand ist in den vorderen 2/3 ebenfalls leicht konvex und verläuft etwa horizontal. Er steigt hinten schräg zum abgerundeten Caudalende an. Der kurze Vorder- rand ist schräg abgestutzt und ventral nach vorn ausgebuchtet. Am Dorsal- und Ventralrand führt die Skulptur der Außenseite zu einer irregulären Wellung.

Auf der Innenseite erstreckt sich ein relativ weiter, falcher und ungegliederter Sulcus ziemlich genau in horizontaler Richtung, bei etwa parallelem Verlauf von Dorsal- und Ventralrand. Caudal reicht der Sulcus trennt ein niedriges, glattes Ventralfeld vom etwa gleichhohen ventralen Randsaum. Die caudale Verjüngung des Otolithen geht vor allem zu Lasten des ventralen Randsaumes, so daß im caudalen Bereich der Rand der Ventralfläche zugleich den Ventralrand des Otolithen bildet. Die dorsale Area über dem Sulcus ist extrem niedrig und schmal.

**Abb. 23**

Abb. 23/1-2: *Urophycis* aff. *tenuis* (MITCHILL, 1815)

1a-b: rechte Sagitta Nr. 649(P10), a: Innenseite, b: dorsal, St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellors Point); 2a-c: linke Sagitta Nr. 481(P57), a: ventral, b: Innenseite, c: dorsal, Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (LeeCreek Mine).

Abb. 23/3-4: *Phycis* sp. 2

3a-c: rechte Sagitta Nr. 998(P15), a: Innenseite, b: Außenseite, c: ventral; 4a-b: linke Sagitta Nr. 473(P15), a: Innenseite, b: ventral; Calvert Formation (Bed 10), Maryland (Aguasco).

Abb. 23/5a-b: *Urophycis* aff. *regius* (WALBAUM, 1792).

Linke Sagitta Nr. 999(P20), a: Innenseite, b: ventral, Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (Martiau).

Abb. 23/6-9: *Gadiculus argenteus* (GUICHENOT, 1850)

6a-b: rechte Sagitta Nr. 589(P10), a: Innenseite, b: ventral; 7a-b: linke Sagitta Nr. 592(P10), a: Innenseite, b: ventral; 8: linke Sagitta Nr. 594(P10); 9: rechte Sagitta Nr. 591(P10), Innenseite; St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellors Point)..

Abb. 23/10-11: *Gadiculus labiatus* (SCHUBERT, 1905)

10a-b: linke Sagitta Nr. 593(P10), a: Innenseite, b: ventral; 11: linke Sagitta Nr. 594(P10), Innenseite; St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellors Point).

Abb. 23/12a-d: *Ciliata* aff. *mustela* (LINNAEUS, 1758)

Linke Sagitta Nr. 588(P57), a: Innenseite, b: ventral, c: dorsal, d: Außenseite; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 23/13-19: *Gadiculus* aff. *benedeni* (LERICHE, 1926)

13-15: Linke Sagittae Nr. 758(P62), 760(P64) und 763(P61), a: Innenseite, b: ventral; 16: rechte Sagitta Nr. 762(P64), 17a-b: linke Sagitta Nr. 759(P62), a: Innenseite, b: ventral, 18-19: linke Sagittae Nr. 764(P64) und 760(P64), Innenseite; Eastover Formation, (Virginia, Surry County).

Abb. 23/20-32: *Trisopterus sculptus* (KOKEN, 1884)

20a-c: rechte Sagitta Nr. 738(P15), a: Innenseite, b: dorsal, c: ventral; 21a-b: linke Sagitta Nr. 739(P15), a: Innenseite, b: ventral; 22-23: linke und rechte Sagittae Nr. 741(P15) und 742(P15); Calvert Formation (Bed 10), Maryland (Aguasco). 24: rechte frühjuvenile Sagitta Nr. 754(P14), Innenseite, 25-26: linke juvenile Sagittae Nr. 755(P14) und 756(P14), Innenseite, 27a-b: linke Sagitta Nr. 748(P14), a: Innenseite, b: ventral; 28a-b: rechte Sagitta Nr. 746(P14), a: Innenseite, b: ventral; 29-30: linke und rechte Sagittae Nr. 63(P14) und 62(P14); St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Little Cove Point).

**Fig. 23**

Fig. 23/1-2: *Urophycis* aff. *tenuis* (MITCHILL, 1815)

1a-b: right sagitta No. 649(P10), a: inner face, b: dorsal, St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellors Point); 2a-c: left sagitta No. 481(P57), a: ventral, b: inner face, c: dorsal, Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 23/3-4: *Phycis* sp. 2

3a-c: right sagitta No. 998(P15), a: inner face, b: Außenseite, c: ventral; 4a-b: left sagitta No. 473(P15), a: inner face, b: ventral; Calvert Formation (Bed 10), Maryland (Aguasco).

Fig. 23/5a-b: *Urophycis* aff. *regius* (WALBAUM, 1792).

left sagitta No. 999(P20), a: inner face, b: ventral, Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (Martiau).

Fig. 23/6-9: *Gadiculus argenteus* (GUICHENOT, 1850)

6a-b: right sagitta No. 589(P10), a: inner face, b: ventral; 7a-b: left sagitta No. 592(P10), a: inner face, b: ventral; 8: left sagitta No. 594(P10); 9: right sagitta No. 591(P10), inner face; St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellors Point).

Fig. 23/10-11: *Gadiculus labiatus* (SCHUBERT, 1905)

10a-b: left sagitta No. 593(P10), a: inner face, b: ventral; 11: left sagitta No. 594(P10), inner face; St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellors Point).

Fig. 23/12a-d: *Ciliata* aff. *mustela* (LINNAEUS, 1758)

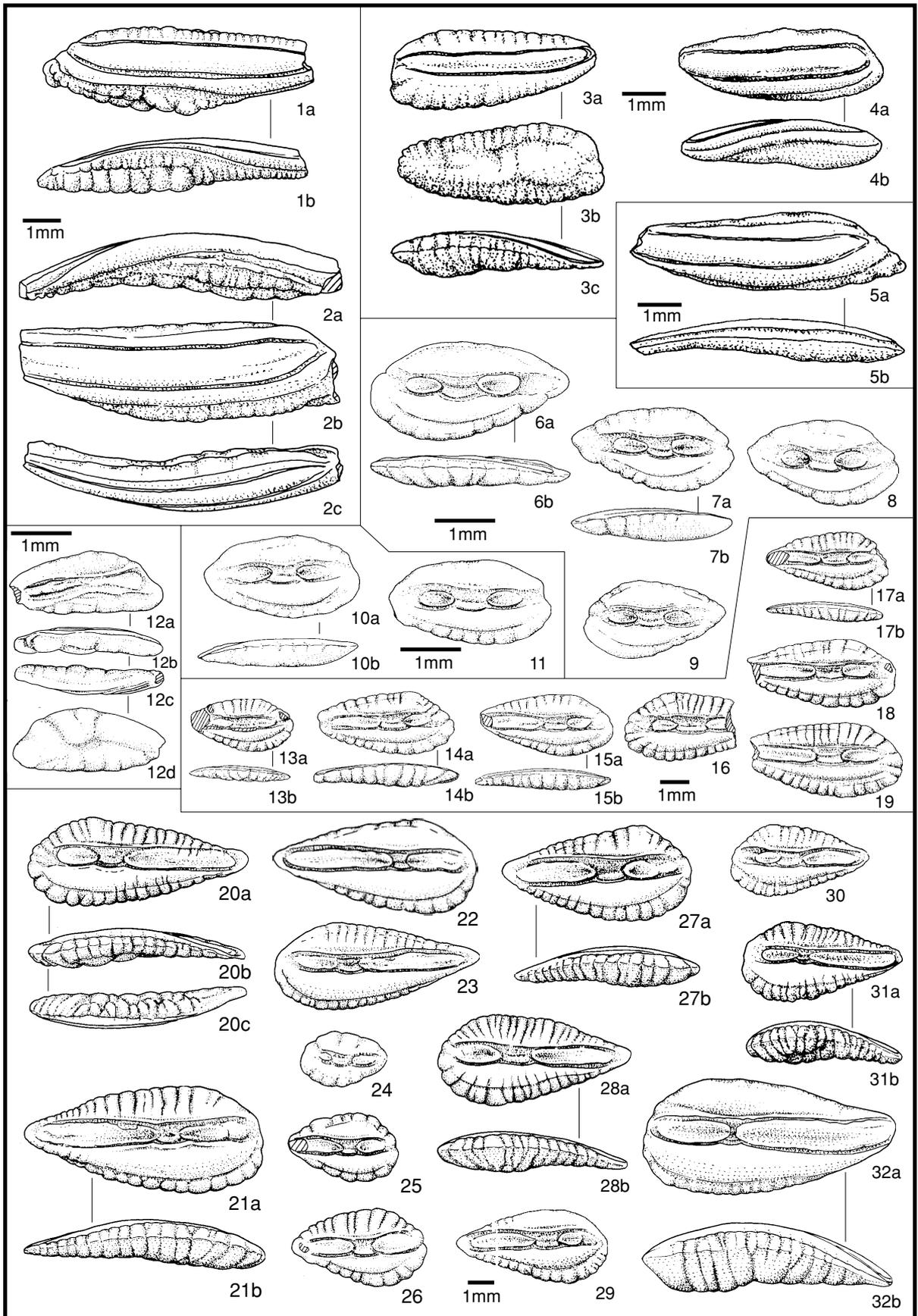
left sagitta No. 588(P57), a: inner face, b: ventral, c: dorsal, d: outer face; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 23/13-19: *Gadiculus* aff. *benedeni* (LERICHE, 1926)

13-15: left sagittae No. 758(P62), 760(P64) und 763(P61), a: inner face, b: ventral; 16: right sagitta No. 762(P64), 17a-b: left sagitta No. 759(P62), a: inner face, b: ventral, 18-19: left sagittae No. 764(P64) und 760(P64), inner face; Eastover Formation, Virginia (Surry County).

Fig. 23/20-32: *Trisopterus sculptus* (KOKEN, 1884)

20a-c: right sagitta No. 738(P15), a: inner face, b: dorsal, c: ventral; 21a-b: left sagitta No. 739(P15), a: inner face, b: ventral; 22-23: left and right sagittae No. 741(P15) und 742(P15); Calvert Formation (Bed 10), Maryland (Aguasco). 24: right early juvenile sagitta No. 754(P14), inner face, 25-26: left juvenile sagittae No. 755(P14) und 756(P14), inner face, 27a-b: left sagitta No. 748(P14), a: inner face, b: ventral; 28a-b: right sagitta No. 746(P14), a: inner face, b: ventral; 29-30: left and right sagittae No. 63(P14) und 62(P14); St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Little Cove Point).



**Ontogenie und Variabilität:** Juvenile Otolithen ähneln in den meisten morphologischen Merkmalen adulten Exemplaren sehr stark. Sie sind jedoch im Verhältnis zur Länge noch nicht so dick, wodurch die Biegung in der Längsachse noch etwas deutlicher betont wird. Die größte Dicke der Außenseite befindet sich im vorderen Drittel, wo die Außenseite eine flache Aufwölbung bildet. Mit zunehmendem Wachstum wird die unterschiedliche Dickenverteilung der Außenseite ausgeglichen. Das führt zu einem recht gleichmäßig plankonvexen Profil in Längsrichtung.

**Diskussion:** Die rezenten Arten der Gattung *Phycis* besitzen Otolithen von etwas heterogener Morphologie, die man in zwei Gruppen unterteilen kann. *Phycis blennoides* (BRÜNNICH, 1768) repräsentiert einen gestreckteren und relativ dünnen Typus mit schmalen Sulcus. Die im europäischen Neogen verbreitete fossile Art *P. tenuis* (KOKEN, 1891) schließt sich eng daran an und kann als Vorläufer der rezenten Art angesehen werden. Nach dem OL/OH-Index und dem relativ engen Sulcus kann man auch die oligozäne Art *P. simplex* (KOKEN, 1891) aus dem Nordseebecken gleichen Gruppe rechnen. *Phycis phycis* (LINNAEUS, 1766) repräsentiert die zweite Gruppe und besitzt außerordentlich massive und recht gedrungene Otolithen, deren Sulcus deutlich weiter ist. Anzumerken bleibt ferner der starke Ausbau der anteroventralen Partie bei Otolithen adulter Fische. Die von STEURBAUT (1984) als *P. sp.* beschriebenen Otolithen aus dem Untermiozän der Aquitaine sind im Moment der stratigraphisch älteste Nachweis dieser Gruppe in Europa. Das amerikanische Material aus der Old Church Formation kann man ebenfalls der zweiten Gruppe zurechnen, während das stratigraphisch jüngere Material aus der Calvert Formation dem schlanken Typus angehört.

**Vorkommen:** Calvert Formation (Plum Point Marl Member, Bed 10), Maryland.

### ***Phycis sp. 2*** Abb. 23/3-4

**Diskussion:** Da nur wenige Otolithen vorliegen, darunter kein Adultus, ist die Bestimmbarkeit stark eingeschränkt. Die Otolithen sind gedrungener und höher als die von *Phycis n. sp.* und es fehlt ihnen die Betonung der anteroventralen Expansion. Damit handelt es sich sicher um eine andere Art, die sich aber im Moment nicht definieren läßt.

**Vorkommen:** Calvert Formation (Plum Point Member) von Maryland

Genus *Urophycis* GILL, 1863

Typus-Art: *Blennius regius* WALBAUM, 1792

### ***Urophycis aff. tenuis* (MITCHILL, 1815)** Abb. 23/1-2

. 1984 *Urophycis tenuis*, - FITCH & LAVENBERG: 516, Fig. 1J.

**Material:** 9 Otolithen: P22 (1), P57 (5), P62(2), P64 (1).

**Beschreibung:** Aus dem Obermiozän und Pliozän verschiedener Fundpunkte in North Carolina, Virginia und Maryland liegen Otolithen vor, die recht gut mit dem von FITCH und LAVENBERG (1984) beschriebenen Otolithen übereinstimmen. Die Otolithen sind im Verhältnis zur Länge relativ dünn, stärker gebogen und besitzen eine ziemlich kräftige Torsion in der Längsachse. Schon allein diese Merkmale unterscheiden diese Otolithen von den anderen nachgewiesenen Taxa dieser Gruppe.

Einige Otolithen aus der St. Marys Formation (Windmill Point Member - tiefstes Obermiozän) von Maryland werden mit Vorbehalt zur gleichen Art gestellt. Sie sind nicht so stark gebogen wie die unterpliozänen Otolithen, entsprechen aber sonst recht gut den jüngeren Populationen.

**Diskussion:** Insgesamt sind aus dem westatlantischen Raum 6 Arten der Gattung *Urophycis* bekannt (ROBINS et al., 1980). Nach FITCH & LAVENBERG (1984) stimmen die fossilen Otolithen recht gut mit denen von *U. tenuis* (MITCHILL) überein, während zu den anderen Arten größere Differenzen in der Otolithenmorphologie bestehen.

**Vorkommen:** St. Marys Formation bis Yorktown Formation, Maryland bis North Carolina.

### ***Urophycis aff. regius* (WALBAUM, 1792)** Abb. 23/5

**Material:** 1 Otolith (P20).

**Diskussion:** Ein nahezu kompletter Otolith aus dem Pliozän von Martiau am Piankatank-River weicht deutlich vom Muster der *U. tenuis*-Otolithen ab. Er ist deutlich dünner, wobei vor allem die Dicke der Außenseite im vorderen Drittel nicht so stark zunimmt. Weiterhin ist er nicht so deutlich gebogen und caudal kaum gedreht. Diese Merkmale teilt der Otolith mit solchen der rezenten Art *U. regius* und kann hier angeschlossen werden.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (Piankatank River).

### **"genus aff. *Urophycis*" sp.** Abb. 22/26-29

**Material:** 27 Otolithen: P11(1), P12(1), P14(21), P9(1), P10(3).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
90(P14)	4,25	1,3	1,0	3,27	4,25
91(P14)	4,25	1,3	0,8	3,27	5,31
89(P14)	4,6	1,6	1,1	2,88	4,18
474(P14)	4,6	1,3	0,9	3,54	5,11

**Beschreibung:** Es stehen durchweg nur kleine (juvenile) Otolithen zur Verfügung, die sich nicht sicher artlich bestimmen lassen und daher in offener Nomenklatur beschrieben werden. Die Otolithen sind im Verhältnis zu ihrer geringen Größe

recht massiv. In horizontaler Richtung ist nur eine mäßige Biegung angelegt, und sowohl Außen- als auch Innenseite sind in horizontaler Richtung konvex, die Innenseite stärker als die Außenseite. In vertikaler Richtung ist die Innenseite auffällig plan und die Außenseite stärker konvex. Die Torsion in der Längsachse ist nur gering entwickelt. Auf der Außenseite befindet sich eine Skulptur aus mehr oder weniger starken, vertikal orientierten Furchen und Wülsten. Diese überqueren entweder die gesamte Außenseite oder laufen vom Dorsal- und Ventralrand nach innen und erlöschen hier in unterschiedlicher Distanz zu den Rändern.

Die Innenseite ist auffällig flach und in der Regel an den Rändern durch eine scharfe Kante begrenzt. Sie wird von einem relativ schmalen, flachen und horizontal ausgerichteten Sulcus überquert. Dieser reicht ostial und caudal nicht an die Ränder, sondern endet (vor allem ostial) mit deutlichem Abstand vor den Rändern. Ein flaches, ebenes und ungliedertes Colliculum füllt den Sulcus völlig aus. Unter dem Sulcus grenzt eine scharfe Ventralfurche das glatte, ebene Ventralfeld vom schmalen Randsaum ab. Die Skulptur des ventralen Randbereiches endet an der Ventrallinie und setzt sich nicht auf das Ventralfeld fort. Im Gegensatz dazu reicht die dorsale Skulptur häufig bis dicht an den Sulcus.

**Diskussion:** Das Fehlen von diagnostisch relevanter Adulti (nur diese sind als Typus-Exemplare geeignet) verhindert die artliche Bestimmung und Benennung der Otolithen. Es bestehen jedoch kaum Zweifel, daß es sich um eine eigenständige Art handelt. Die juvenilen Otolithen der anderen hier beschriebenen Arten dieser Gruppe unterscheiden sich konstant in einigen Merkmalen. Juvenile Otolithen von *U. tenuis* sind wesentlich flacher und stärker gebogen. Der Sulcus reicht caudal und ostial immer bis an die Ränder. Juvenile Exemplare von *U. sp.* sind ebenfalls flacher und auch hier reicht der Sulcus bis an den Vorderrand. Die beginnende Ausbildung der anteroventralen Expansion schon bei frühjuvenilen Otolithen ist ein Merkmal, welches eher Affinitäten zu *Urophycis* denn zu *Phycis* erkennen läßt. Für eine zweifelsfreie generische Bestimmung sind natürlich ebenfalls größere Otolithen (Adulti) erforderlich.

**Vorkommen:** St. Marys Formation, Maryland.

### **Subfamilia Lotinae B ONAPARTE, 1810**

Genus *Ciliata* COUCH, 1832

Typus-Art: *Gadus mustelus* LINNAEUS, 1758

#### ***Ciliata* aff. *mustela* (LINNAEUS, 1758)**

Abb. 23/12

Material: 1 Otolith (P57).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
588(P57)	2,4	1,0	0,5	2,4	4,8

**Beschreibung:** Der einzige vorhandene Otolith ist relativ klein und stammt maximal von einem semiadulten Fisch. Am Caudalende ist er etwas beschädigt, aber sonst für eine Bestimmung ausreichend gut erhalten. Der Otolith besitzt einen etwa länglich-dreieckigen Umriss. Die drei Ecken bilden das Caudalende, die maximale Ausbiegung des Dorsalrandes und die etwas ausgezogene anteroventrale Partie unter dem Ostium. Der leicht gewellte Dorsalrand ist konvex gebogen, wobei die maximale Ausbiegung deutlich vor der Mitte liegt. Der weitspannig gewellte Ventralrand verläuft annähernd horizontal. Der Vorderrand ist schräg abgestutzt und biegt ventral nach vorn aus zur anteroventralen Expansion. In der Längsachse des Otolithen ist eine merkliche Biegung angelegt und die Innenseite dadurch konvex gebogen. Die konkave Anlage der Außenseite wird durch deren Dickenwachstum weitgehend kompensiert, so daß sie letztlich annähernd eben ist. In vertikaler Richtung ist die Außenseite stärker konvex als die Innenseite.

Auf der rauhen Innenseite befindet sich ein schräg von caudal nach ostial ansteigender Sulcus. Ostium und Cauda sind etwa gleichlang und verengen sich zum Collum hin deutlich. Der Dorsalrand des Sulcus ist scharf und im vorderen Bereich als schwache Crista superior ausgebaut, betont durch die darüber liegende, ventral etwas vertiefte Area. Ventral ist der Sulcus recht unscharf begrenzt. Ebenfalls recht unscharf sind die Colliculi ausgebildet.

**Diskussion:** Die Gattungen *Ciliata*, *Enchelyopus*, *Gaidropsarus* und *Onogadus* bilden innerhalb der Lotinae sowohl nach Otolithen als auch nach morphologisch-meristischen Merkmalen eine sehr eng verwandte Gruppe. Innerhalb dieser Gruppe besitzen *Enchelyopus* und *Onogadus* sehr kurze, etwa gedrunge dreieckige Otolithen. Bei den Gattungen *Gaidropsarus* und *Ciliata* sind die Otolithen gestreckter und kommen damit dem fossilen Exemplar näher. Im Verhältnis zur Länge sind die Otolithen der zum Vergleich vorliegenden rezenten *Gaidropsarus*-Otolithen (*G. vulgaris* [CLOQUET, 1824] und *G. megalokynodon* [KOLOBATOVIC, 1894]) etwas dünner. Sehr gut sind die Verhältnisse mit Otolithen der rezenten Art *Ciliata mustela* zu vergleichen, weshalb ich den fossilen Otolithen in die Nähe der rezenten Art stelle. *Ciliata* ist heute nur aus dem NE-Atlantik verzeichnet, während für den NW-Atlantik zwar die Gattungen *Enchelyopus*, *Gaidropsarus* und *Onogadus* angegeben werden, nicht aber *Ciliata* (ROBINS et al., 1986). *Gaidropsarus* ist in Europa mit fossilen Arten ab tieferem Unteroligozän im Nordseebecken vertreten (*G. bergensis* GAEMERS, 1972 - Sande von Berg/Belgien; *G. acuticaudatus* GAEMERS, 1974 - Sande von Edgem/Belgien). *Ciliata* ist bis jetzt fossil mit einer Art

aus Europa bekannt: *C. simplicissima* (SCHUBERT, 1906). Das Originalmaterial stammt aus dem Obermiozän der Paratethys. Otolithen aus der obermiozänen Sylt-Stufe (Nordseebecken) wurden von GAEMERS und SCHWARZHANS (1982) zur gleichen Art gestellt. Auch *Enchelyopus* ist mindestens ab Obermiozän (Sylt-Stufe) im Nordseebecken vorhanden (*Enchelyopus* sp. - GAEMERS & SCHWARZHANS, 1982). Die völlig den rezenten Arten entsprechende Otolithenmorphologie der fossilen Taxa dieses Formenkreises spricht dafür, daß mit geologisch wesentlich älteren Taxa zu rechnen ist.

Vorkommen: Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

### Subfamilia Gadinae R AFINESQUE 1810

Genus *Gadiculus* GUICHENOT, 1850

Typus-Art: *Gadiculus argenteus* GUICHENOT, 1850

Syn.: *Gadichthys* GAEMERS & SCHWARZHANS, 1973

#### *Gadiculus argenteus* GUICHENOT, 1850

Abb. 23/6-9

1978 *Gadiculus argenteus*, - NOLF: 522, Taf. 1 Fig. 5-8 (dort weitere Synonymie).

1979 *Gadiculus argenteus*, - HUYGHEBAERT & NOLF: 72, Taf. 2 Fig. 20-27.

1979 *Gadiculus argenteus*, - STEURBAUT: 64, Taf. 5 Fig. 14, 16 (non Fig. 15).

1984 *Gadiculus argenteus*, - STEURBAUT: 57, Taf. 9 Fig. 18-21.

Material: 13 Otolithen: P15(1), P10(12).

Beschreibung: Die Art umfaßt kleine, mäßig gestreckte Otolithen von tropfenförmigem Umriß, mit zugespitztem Caudal- und stumpf gerundetem Ostialende. Sie sind in der Längsachse kaum gebogen und relativ dünn, dabei bikonvex mit etwas stärker gewölbter Außenseite. In vertikaler Richtung ist die Innenseite fast plan, die Außenseite deutlicher konvex gewölbt. Die Außenseite trägt eine Skulptur aus mehr oder weniger kräftigen Furchen und Wülsten, die von den Rändern nach innen bis zum Zentrum der Außenseite laufen. Am Ventral- und Dorsalrand rufen sie eine mehr oder weniger kräftige Wellung hervor.

Am konvexen Dorsalrand findet sich in der Regel eine mehr oder weniger deutliches, gerundetes Prädorsaleck. Ein Postdorsaleck ist nur ausnahmsweise deutlicher ausgeprägt. Das Prädorsaleck bildet zugleich den höchsten Punkt des Dorsalrandes und ist weit nach vorn gerückt. Von hier aus fällt der Dorsalrand schräg zum kurzen Ostialrand ab. Der Ventralrand bildet einen gleichmäßig konvexen Bogen zwischen Caudalende und Ostialrand. Sein Schwerpunkt liegt deutlich vor der Mitte, wodurch ein typisch asymmetrisches Bild entsteht.

Der Sulcus liegt etwa median bis leicht supra-median. Er ist relativ eng, mäßig tief und am Collum leicht gewinkelt. Die Cauda ist nur wenig länger. Beide Teile des Sulcus beherbergen die etwa gleichgroßen, ovalen Colliculi, welche durch das

sehr breite Collum weit getrennt sind. Damit ist auch das nach unten durchgebogene, immer scharf ausgebildete Pseudocolliculum sehr breit. Es wird durch eine scharfe Furche vom Ventralrand des Sulcus getrennt. Im Bereich des Collums zeigt sich eine überwiegend sehr deutlich ausgebildete Furche. Sie setzt sich als zentrale Vertiefung in die Colliculi fort. Unter dem Sulcus trennt die scharfe, randferne Ventrallinie das glatte Ventralfeld vom Randsaum.

Ontogenie und Variabilität: Die generell tropfenförmige Gestalt mit dem zugespitzten Caudalende variiert nur in geringen Grenzen. Deutlichen Schwankungen hingegen ist die Ausbildung der Ecken am Dorsalrand unterworfen. Während das Prädorsaleck in der Regel wenigstens angedeutet ist, ist das Postdorsaleck umgekehrt in der Regel kaum wahrnehmbar und nur ausnahmsweise wirklich gut entwickelt. Alle anderen Merkmale, vor allem die Sulcuspomorphologie, variieren nur wenig.

Diskussion: Der Umfang der Art *G. argenteus* wird von den einzelnen Otolithen-Bearbeitern recht unterschiedlich gehandhabt. Einige Autoren zerlegen die Art in mehrere Unterarten (SCHWARZHANS), anderen fassen stärker zusammen (NOLF, STEURBAUT). Ich sehe auch keinen ausreichenden Grund für eine starke Aufsplitterung und belasse es in der eher zurückhaltenden Weise von NOLF.

Vorkommen: St. Marys Formation, Maryland.

#### *Gadiculus labiatus* (SCHUBERT, 1905)

Abb. 23/10-11

\*1905 *Otolithus (Hymenocephalus?) labiatus* SCHUBERT: 262, Taf. 17 Fig. 18, 21, 23.

1977 "genus ? Macrouridarum" *labiatus*, - NOLF: 37-38 (dort weitere Synonymie).

1979 *Gadiculus labiatus*, - STEURBAUT: 57, Taf. 10 Fig. 9-16 (dort weitere Synonymie).

Material: 16 Otolithen (P10).

Beschreibung: Als Typus kann der Otolith Nr. 590(P10) gelten. Der recht dünne Otolith besitzt einen etwa ovalen Umriß, mit abgestutztem Ostialende und kurzem, wenig akzentuierten Caudalende. In horizontaler Richtung ist der Otolith bikonvex, die Außenseite stärker als die Innenseite, wobei die größte Dicke etwas vor der Mitte liegt. In vertikaler Richtung ist die Innenseite annähernd plan, die Außenseite stärker konvex. In dieser Richtung lokalisiert sich die größte Dicke der Außenseite etwa im medianen Bereich. Die Skulptur der Außenseite besteht aus kurzen, randlichen Furchen und Wülsten, die den medianen Längswulst nur selten überqueren. Entsprechend ihrer unterschiedlichen Stärke führen diese Skulpturelemente zu einer etwas irregulären Wellung der Ränder.

Am Dorsalrand sind das Post- und das Prädorsaleck gut entwickelt. Zwischen beiden fällt der Dorsalrand leicht nach hinten ab. Zwischen Postdorsaleck und Caudalende ist der Abfall deutlich steiler, zwischen Prädorsaleck und Ostialrand et-

was weniger steil. Der Ostialrand ist kurz und konkav eingebuchtet. Am gleichmäßig konvexen Ventralrand ist der Schwerpunkt deutlich nach vorn verschoben.

Der Sulcus liegt ziemlich genau median und ist gerade ausgerichtet. Ostium und Cauda sind etwa gleichlang und beinhalten gleichmäßig ovale, gleichgroße Colliculi. Durch das weite Collum stehen die Colliculi auch weit auseinander. Das Pseudocolliculum ist ebenfalls breit, scharf und durch eine sehr schmale, aber tiefe Furche vom Ventralrand des Sulcus getrennt. Es ist nur wenig ventral durchgebogen. Im Bereich des Collums erkennt am Boden des Sulcus eine deutlich Furche, die sich als Vertiefung in die Colliculi fortsetzt. Die mäßig randferne Ventrallinie begrenzt das glatte Ventralfeld vom Randsaum.

**Ontogenie und Variabilität:** Eine ontogenetische Serie steht nicht zur Verfügung. Das insgesamt begrenzte Material läßt jedoch eine erste Analyse der Variabilität zu. Diese unterliegt außerordentlich geringen Schwankungen und betrifft eigentlich nur die leicht variable Ausbildung des Caudalendes und die mehr oder weniger deutliche konkave Einbuchtung des Ostialrandes. Die Eckenbildung am Dorsalrand ist sehr konstant, ebenso die gesamte Sulcuspomorphologie.

**Diskussion:** Gegenüber *Gadiculus argenteus* sind die Otolithen etwas dünner. Deutlichere Unterschiede finden sich im Umriß. Bei *G. argenteus* ist das Caudalende stärker ausgezogen und zugespitzt, was im Zusammenhang mit dem breit gerundeten Ostialende zu einer nahezu ideal tropfenförmigen Gestalt führt. Der Sulcus ist bei beiden Taxa sehr ähnlich gestaltet. Bei *G. argenteus* ist jedoch die Cauda in der Regel etwas länger und am Collum leicht angewinkelt. Bei der recht konstanten Morphologie von Otolithen der Gattung *Gadiculus* sind dies ausreichende Argumente für eine Abgrenzung von zwei Arten.

**Vorkommen:** Calvert und St. Marys Formation, Maryland.

#### ***Gadiculus* aff. *benedeni* (LERICHE, 1926)**

Abb. 23/13-19

aff.\*1926 *Gadiculus benedeni* LERICHE: 457, Taf. XLI.

aff. 1977 *Gadiculus benedeni*,- NOLF: 23, Taf. 4 Fig. 15 (dort weitere Synonymie).

aff. 1978 *Gadiculus benedeni*,- NOLF: 522-523, Taf. 2 Fig. 1-10.

**Material:** 24 Otolithen: P61(11), P62(2), P64(11).

**Beschreibung:** Die Otolithen aus der Eastover Formation unterscheiden sich in einigen Aspekten deutlich von denen aus den älteren miozänen Formationen. Sie sind im Verhältnis zur Länge flacher. Eine Torsion in der Längsachse fehlt völlig. Im Bau des Sulcus äußert sich die gestrecktere Form vor allem der Cauda, die deutlich länger ist als bei den *G. argenteus*-Populationen.

**Diskussion:** Die Otolithen aus der Eastover Formation kommen der ostatlantischen Art *Gadicu-*

*lus benedeni* LERICHE sehr nahe und können dieser Art angeschlossen werden. Für eine abgesicherte Zuordnung ist mehr Material erforderlich. Manche Autoren (GAEMERS, SCHWARZHANS, div. Publik.) stellen die Art in die fossile Gattung *Gadichthys* GAEMERS & SCHWARZHANS, 1973.

**Vorkommen:** Eastover Formation, Virginia (James River Sektion).

Genus *Trisopterus* RAFINESQUE, 1814

Typus-Art: *Gadus capelanus* LACEPEDE, 1800

Syn.: *Colliolus* GAEMERS & SCHWARZHANS, 1973;

*Neocolliolus* GAEMERS, 1976

#### ***Trisopterus sculptus* (KOKEN, 1891)**

Abb. 23/20-32

- . 1891 *Otolithus (Merlangus) cognatus* KOKEN: 89 (partim), Taf. 3 Fig. 5 (non Taf. 5 Fig. 1 = *Micromesistius cognatus*).
- \* 1891 *Otolithus (Gadus) elegans* var. *sculpta* KOKEN: 93, Taf. 4 Fig. 2, ?1.
- . 1891 *Otolithus Gadus) elegans* KOKEN: 93 (partim), Taf. 5 Fig. 6.
- 1926 *Gadus elegans* var. *sculpta*,- LERICHE: 456, Textfig. 225-227, Taf. XLI Fig. 13, 14, 14a.
- 1928 *Gadus (?) Friedbergi* CHAINE & DUVERGIER: 197, Taf. 6 Fig. 16-27.
- 1942 *Gadus friedbergi*,- WEILER: 75, Taf. 6 Fig. 10, 12-14.
- 1966 *Gadus schuberti* SMIGIELSKA: 240, Taf. 15 Fig. 1-2.
- 1969a *Gadus friedbergi*,- GAEMERS: 7, Taf. 1 Fig. 5-6.
- 1969b *Trisopterus friedbergi*,- GAEMERS: 73.
- 1971 *Trisopterus friedbergi* nov. comb. GAEMERS: 242, Taf. 1 Fig. 5-6, Taf. 5 Fig. 2, Taf. 6 Fig. 3.
- 1973 *Colliolus sculptus*,- GAEMERS: 64, Taf. 2 Fig. 2-3.
- 1973 *Colliolus friedbergi*,- GAEMERS: 65.
- non 1973 *Colliolus friedbergi*,- GAEMERS & SCHWARZHANS: 212.
- 1973 *Gadus elegans*,- JONET: 151, Fig. 11, Taf. 2 Fig. 30.
- 1976 *Colliolus johannettae* GAEMERS: 515, Taf. 6 Fig. 9-10.
- 1976 *Colliolus friedbergi*,- GAEMERS: 516.
- 1977 *Trisopterus sculptus*,- NOLF: 30-31, Taf. 6 Fig. 19-25.
- 1984 *Trisopterus sculptus*,- STEURBAUT: 58, Taf. 10 Fig. 17-22.
- 1990 *Colliolus septentrionalis* GAEMERS: 131-132, Taf. 8 Fig. 4.
- . 1990 *Colliolus mistensis* GAEMERS: 132-136, Taf. 7 Fig. 1-4, Taf. 10 Fig. 1-7.

**Material:** 1290 Otolithen: P6(9), P15 (136), P12 (76), P13(5), P14(1184), P70(18), P71(6), P9(1).

**Diskussion:** Unter den tertiären Gadiden ist *Trisopterus sculptus* eine sehr verbreitete oligomiozäne Art und kommt im Nordseebecken massenhaft vor, während sie im Neogen der Aquitaine selten ist, wohl aus klimatischen Gründen. Die Nachweise im Miozän der USA zeigen eine zirkumnordatlantische Verbreitung der Art. In der St. Marys Formation (Little Cove Point Member) von Maryland ist eine deutliche Acme festzustellen. Hier übertrifft *Trisopterus sculptus* noch die sonst in den mittelmiozänen Formationen quantitativ dominierenden Sciaenidae ("genus aff. *Sciaenops*"-Arten).

Wie auch bei anderen Gadidae-Gruppen hat

GAEMERS (diverse Publikationen) eine Anzahl von fossilen Gattungen von *Trisopterus* abgeleitet und auch auf Artniveau ist das Splitting sehr weit vorangetrieben worden. Dieses extreme Splitting auf der Basis minutiöser morphologischer Differenzen ist nicht nachvollziehbar. Es handelt sich in den meisten Fällen lediglich um zeitlich aufeinanderfolgende Populationen mit geringen morphologischen Differenzen und ohne scharfe Abgrenzung. Es ist auch sehr bezeichnend, daß sich die stratigraphische Reichweite dieser "Arten" häufig mit der stratigraphischen Gliederung des Miozäns im Nordseebecken deckt. Bei diesem Splitting dominiert stratigraphisches Denken offensichtlich eine (angemessenere) biologische Sichtweise. Auch zwischen räumlich getrennten Populationen einer Art sind kleine morphologische Differenzen in den Otolithen zu erwarten. Beispielsweise zerfallen etliche rezente Gadidae-Arten im heutigen Nordatlantik in diverse Stämme, die sich u.a. im Fortpflanzungsverhalten (Sommer- und Winterlaicher) unterscheiden. Bisher sind noch keine vergleichenden morphologischen Untersuchungen verfügbar, die der Frage nachgehen, ob sich Otolithen der verschiedenen Stämme (oder Rassen) unterscheiden lassen. Bevor solche Untersuchungen nicht vorliegen, bestehen ernste Zweifel am Sinn einer extrem engen Fassung von Arten. Fossile Gattungen werden hier aus grundsätzlichen Erwägungen abgelehnt.

**Vorkommen:** Calvert, Choptank und St. Marys Formation, Maryland.

Genus *Gadus* LINNAEUS, 1758

Typus-Art: *Gadus morhua* LINNAEUS, 1758)

***Gadus marylandicus* n sp.**

Abb. 24/1-3

**Holotypus:** Rechte Sagitta Nr. 769(P70), Abb. 24/1.

**Paratypus:** Nr. 773(P71), Abb. 24/2.

**Locus typicus:** Maryland, Calvert County, Chesapeake Ranch Estate bei Little Cove Point, Driftwood Beach/Seahorse Beach (loc. 9).

**Stratum typicum:** St. Marys Formation, Little Cove Point Member, Turritella-Schill.

**Derivatio nominis:** abgeleitet vom US-Bundesstaat Maryland, in dem der locus typicus liegt.

**Diagnose:** Otolithen groß, relativ gedungen (OL/OH um 2,4), mäßig dick (OL/OD um 5,3) und in der Längsachse deutlich gebogen. Ostium im Verhältnis zu Cauda kurz (Lo/Lc bei 0,5). Anteroventrale Expansion kurz und stumpf gerundet.

**Material:** 4 Otolithen: P14(2), P70(1), P71 (1).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo/Lc	
769(P70)	19,1	8,0	3,6	2,39	5,31	0,49	Holot.

**Beschreibung:** Der Holotypus ist perfekt erhalten. Der mittelgroße, nur mäßig dicke Otolith besitzt einen relativ gestreckten Umriß und ist in der Längsachse kräftig gebogen. Die Innenseite ist hierdurch in horizontaler Richtung konvex, die Außenseite konkav. In der vertikalen Achse sind beide Seiten mäßig konvex, wobei die größte Dicke der Außenseite inframedian liegt. Zur Biegung des Otolithen gesellt sich eine leichte Torsion des caudalen Bereiches in der Längsachse.

**Abb. 24**

Abb. 24/1-3: *Gadus marylandicus* n. sp.

1a-c: rechte Sagitta Nr. 769(P70), Holotypus, a: Innenseite, b: ventral, c: dorsal; 2a-b: rechte Sagitta Nr. 773(P71), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 3a-b: rechte Sagitta Nr. 772(P14), a: Innenseite, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member); Maryland (Chancellors Point).

Abb. 24/4-5: *Melanogrammus aeglefinus* (LINNAEUS, 1758) rechte Sagittae, Innenseite; rezent, N-Atlantik; coll. A. Müller.

Abb. 24/6-7: *Melanogrammus antecedens* n. sp.

6a-c: rechte Sagitta Nr. 774(P9), Holotypus, a: Innenseite, b: ventral, c: dorsal; 7a-b: linke Sagitta Nr. 775 (P9), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; St. Marys Formation (Windmill Point Member); Maryland (Chancellors Point).

Abb. 24/8a-c: *Melanogrammus* n. sp.

rechte Sagitta Nr. 770(P57), a: Innenseite, b: ventral, c: dorsal; Yorktown Formation (Rushmere Member); N. Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 24/9a-c: *Gadus morhua* LINNAEUS, 1758

linke Sagitta, a: Innenseite, b: ventral, c: dorsal; rezent, N-Atlantik, coll. A. Müller.

Abb. 24/10-20: *Micromesistius cognatus* (KOKEN, 1891)

10a-b: rechte Sagitta Nr. 734(P6), a: Innenseite, b: ventral; 11a-b: linke Sagitta Nr. 730(P15), a: Innenseite, b: ventral; 12: linke Sagitta Nr. 731(P15), Innenseite; 13a-c: rechte Sagitta Nr. 727(P6), a: Innenseite, b: dorsal, c: ventral; 14: rechte Sagitta Nr. 735(P6), Innenseite; 15: linke Sagitta Nr. 732(P15), Innenseite; 16a-b: linke Sagitta Nr. 728(P70), a: Innenseite, b: ventral, St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland. 18a-b: rechte juvenile Sagitta Nr. 753(P10), a: Innenseite, b: ventral, St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland. 19a-b: linke Sagitta Nr. OT 157/2, a: Innenseite, b: ventral; 20a-b: rechte Sagitta Nr. OT 157/1, a: Innenseite, b: ventral; Mittel-

**Fig. 24**

Fig. 24/1-3: *Gadus marylandicus* n. sp.

1a-c: right sagitta No. 769(P70), holotype, a: inner face, b: ventral, c: dorsal; 2a-b: right sagitta No. 773(P71), paratype, a: inner face, b: ventral; 3a-b: right sagitta No. 772(P14), a: inner face, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member); Maryland (Chancellors Point).

Fig. 24/4-5: *Melanogrammus aeglefinus* (LINNAEUS, 1758) right sagittae, inner face; recent, N. Atlantic; coll. A. Müller.

Fig. 24/6-7: *Melanogrammus antecedens* n. sp.

6a-c: right sagitta No. 774(P9), holotype, a: inner face, b: ventral, c: dorsal; 7a-b: left sagitta No. 775 (P9), paratype, a: inner face, b: ventral; St. Marys Formation (Windmill Point Member); Maryland (Chancellors Point).

Fig. 24/8a-c: *Melanogrammus* n. sp.

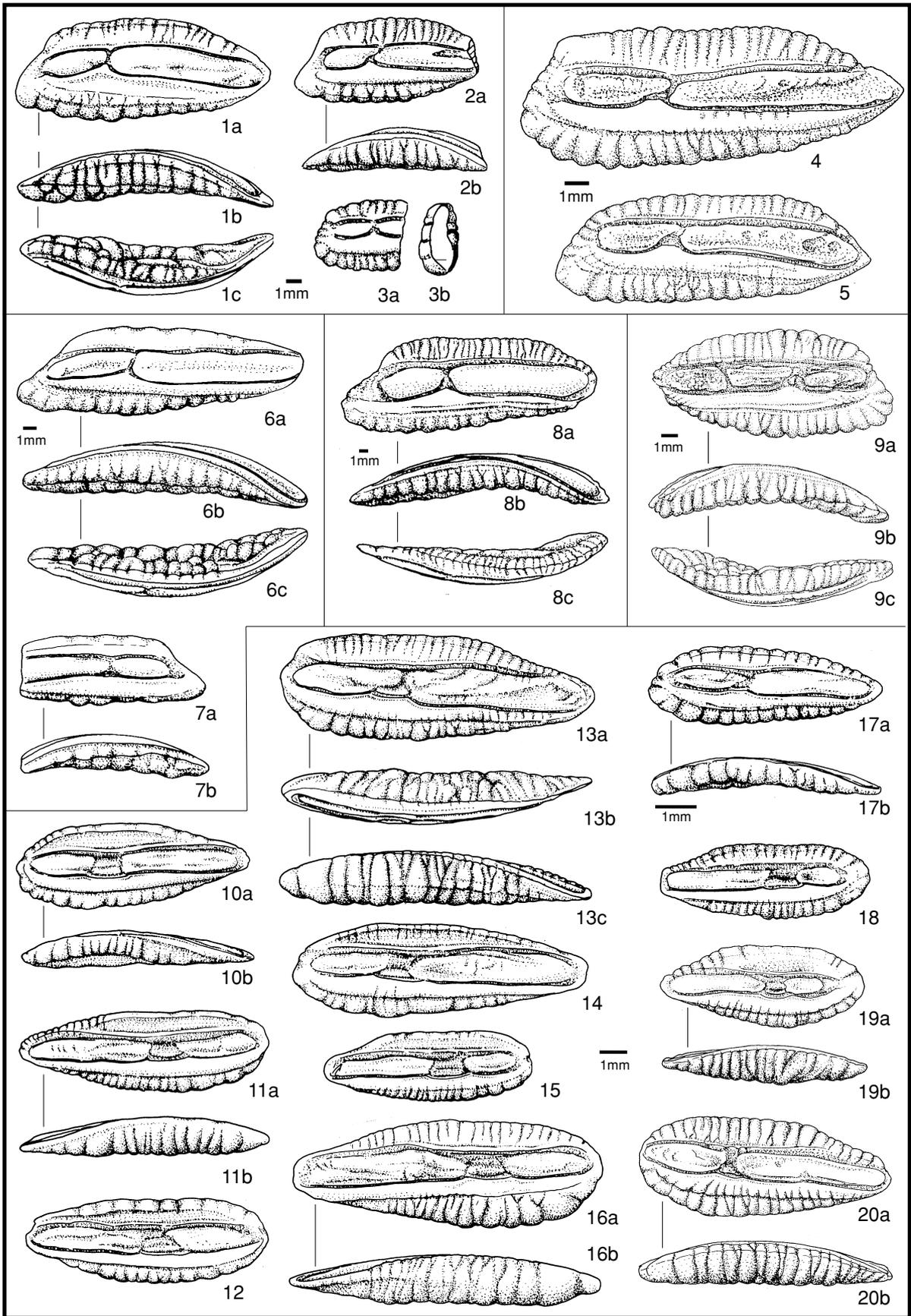
Right sagitta No. 770(P57), a: inner face, b: ventral, c: dorsal; Yorktown Formation (Rushmere Member); N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 24/9a-c: *Gadus morhua* LINNAEUS, 1758

left sagitta, a: inner face, b: ventral, c: dorsal; rezent, N. Atlantic, coll. A. Müller.

Fig. 24/10-20: *Micromesistius cognatus* (KOKEN, 1891)

10a-b: right sagitta No. 734(P6), a: inner face, b: ventral; 11a-b: left sagitta No. 730(P15), a: inner face, b: ventral; 12: left sagitta No. 731(P15), inner face; 13a-c: right sagitta No. 727(P6), a: inner face, b: dorsal, c: ventral; 14: right sagitta No. 735(P6), inner face; 15: left sagitta No. 732(P15), inner face; 16a-b: left sagitta No. 728(P70), a: inner face, b: ventral, St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland. 18a-b: right juvenile sagitta No. 753(P10), a: inner face, b: ventral, St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland. 19a-b: left sagitta No. OT 157/2, a: inner face, b: ventral; 20a-b: right sagitta No. OT 157/1, a: inner face, b: ventral; middle Miocene (Reinbekian), NW-Germany (Lohne-Nordlohne), coll. A. Müller.



Die Skulptur der Außenseite besteht aus einem irregulären Muster starker Knoten im zentralen Bereich. Außerdem ziehen vom Ventral- und Dorsalrand unterschiedlich starke Furchen und Wülste ein kurzes Stück Richtung Zentrum der Außenseite. Diese Skulptur führt zur kräftigen Ornamentation der Ränder. Am Dorsalrand ist ein Prä- und ein Postdorsaleck entwickelt, dazwischen erstreckt sich der Dorsalrand annähernd horizontal, unter leicht konvexer Krümmung. Vom Postdorsaleck führt er schräg zum zugespitzten Caudalende. Der Vorderrand ist schräg abgestutzt und vor dem Ostium leicht konkav eingedellt. Den Übergang zum Ventralrand bildet eine etwas hervorspringende, stumpf gerundete, anteroventrale Expansion. Der Ventralrand führt einen schwach konvexen Bogen von der anteroventralen Expansion nach hinten und steigt zum Caudalende hin deutlich an.

Der ziemlich enge Sulcus liegt ganz leicht supra-median. Seine Cauda erreicht mehr als die doppelte Länge des Ostiums. Am Collum verengt sich der Sulcus sehr stark, vor allem ventral durch eine weit nach innen reichende Ecke. Die beiden Colliculi kommen hier sehr dicht zusammen und sind nur durch eine schmale Furche getrennt. Im übrigen füllen sie Ostium und Cauda völlig aus. Der Dorsalrand des Sulcus bildet im vorderen und mittleren Teil eine schwache Crista, die sich weiter hinten abschwächt und erlischt. Vom Dorsalrand reichen die Furchen der Skulptur teilweise bis dicht an den Sulcus. Unter dem Sulcus erstreckt sich ein niedriges, langes und glattes Ventralfeld, vom breiten Randsaum durch eine recht randferne Ventrallinie getrennt. Die randliche Skulptur greift nicht auf das Ventralfeld über.

**Ontogenie und Variabilität:** Eine ontogenetische Serie steht nicht zur Verfügung. Der etwas kleinere Otolith Nr. 773 (Abb. 24/2) ist gedrungen, auch wenn man das beschädigte Caudalende rekonstruiert. Vermutlich dominiert während der Ontogenese das Längen- über das Dicken- und Höhenwachstum.

**Diskussion:** *Gadus marylandicus* ist der bis jetzt bekannte älteste Vertreter der Gattung. Die Otolithen sind noch nicht so gedrungen wie bei den rezenten Arten *G. ogac* und *G. morhua* (Abb. 24/9). Sie vermitteln darin etwas zu Otolithen von *Melanogrammus*. Am nächsten kommen die Otolithen des rezenten *Gadus morhua*, die neben der gedrungenen Form auch stärker in horizontaler Richtung gebogen sind. Die Abgrenzung der fossilen Art auf der Basis dieser Merkmale bereitet keine Probleme.

**Vorkommen:** Oberes Mittelmiozän (St. Marys Formation, Little Cove Point Member), Maryland.

### ***Gadus cf. morhua* LINNAEUS, 1758**

1983 *Gadus cf. morhua*, - FITCH & LAVENBERG: 515, Fig. 1H.

**Diskussion:** *G. cf. morhua* ist von FITCH & LAVENBERG aus dem Pliozän (Yorktown Formation) der Lee Creek Mine (North Carolina) beschrieben worden. Die Abbildung zeigt aber keinen vollständigen Otolithen, sondern nur ein Fragment ohne Caudalende. Die Bestimmung ist unsicher, da die gesamten Proportionen und die Sulcusproportionen nicht bekannt sind. Es könnte sich nach den erhaltenen Teil durchaus um einen *Gadus*-Otolithen handeln, aber auch *Microgadus*, *Melanogrammus* oder *Pollachius*. Die anteroventrale Partie zeigt jedenfalls, daß es sich nicht um *Melanogrammus pliocaenicus* n. sp. handelt. Auch diese Nennung ist zu unsicher, um mit in die Auswertung einbezogen zu werden.

Genus *Meloanogrammus* GILL, 1862

Typus-Art: *Gadus aeglefinus* LINNAEUS, 1758

### ***Melanogrammus antecedens* n. sp.**

Abb. 24/6-7

Holotypus: Rechte Sagitta Nr. 774(P9), Abb. 24/6.

Paratypus: Nr. 775(P79), Abb. 24/7.

Locus typicus: Maryland, St. Marys County, Chancellor Point bei St. Marys City (loc. 8).

Stratum typicum: St. Marys Formation, Windmill Point Member.

Derivatio nominis: von lat. "antecedere" = vorgehen, bisher älteste bekannte *Melanogrammus*-Art.

Diagnose: Otolithen sehr groß, sehr schlank (OL/OH um 3,1), mäßig dick (OL/OD um 5,4) und in der Längsachse wenig gebogen, Innenseite konvex, Außenseite nahezu eben. Ostium im Verhältnis zu Cauda kurz (Lo/Lc bei 0,5). Anteroventrale Expansion lang und spitz.

Material: 2 Otolithen (P9).

Maße: (in mm)

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo	Lo/Lc
774(P9)	23,1	7,5	4,3	3,08	5,37	0,51	Holot.

**Beschreibung:** Der Holotypus ist trotz leichter Erosion gut erhalten. Sämtliche morphologischen Details sind beurteilbar. Dieser Otolith ist sehr langgestreckt, schlank und in der Längsachse gebogen, bei leichter Torsion im caudalen Bereich. Die Außenseite ist wesentlich dicker als die Innenseite. Trotzdem ist sie durch die Biegung in der Längsachse leicht konkav, die Innenseite kräftig konvex. Vertikal hingegen ist die dicke Außenseite stärker konvex gewölbt, die Innenseite dagegen nur schwach. Die größte Dicke der Außenseite ist nach ventral verschoben und damit der Ventralrand dicker als der Dorsalrand. Auf der Oberfläche der Außenseite findet sich eine Skulptur aus kräftigen, irregulären Knoten, vor allem im Zentrum. An den Randbereichen ordnen sich diese Knoten zu kurzen Wülsten, getrennt durch scharfe Furchen. Sie führen zu einer kräftigen Wellung der Ränder.

Am Dorsalrand ist ein Prädorsaleck ausgebildet. Hier beginnt der schräg abgestutzte, leicht wellige und konkave Vorderrand, welcher sich ventral nach vorn zu einer kräftig ausgezogenen anteroventralen Expansion erweitert. Nach hinten fällt der Dorsalrand schräg zum zugespitzten Caudalende ab, ohne weitere deutliche Eckenbildung. Der stär-

ker und irregulär wellige Ventralrand ist nur leicht konvex und steigt zum Caudalende hin schräg an.

Die Innenseite wird von dem recht umfangreichen, relativ flachen Sulcus überquert, dessen Cauda wesentlich länger als das Ostium ist. Am leicht schräg gestellten Collum treffen die Colliculi dicht zusammen und sind nur durch eine schmale Furche getrennt. Das wenig verengte Collum selbst markiert eine flach dreieckige Einbuchtung des Ventralrandes des Sulcus, während dorsal kaum eine Einschnürung ausgebildet ist. Die beiden Colliculi füllen den Sulcus völlig aus. Sie sind relativ flach und eben. Unter dem Sulcus erstreckt sich ein sehr niedriges, glattes Ventralfeld, vom Randsaum durch eine scharfe, tiefe Ventrallinie getrennt. Vorn ist der Randsaum höher als das Ventralfeld. Infolge des Anstieges des Ventralrandes nach hinten zum Caudalende wird der Randsaum hier extrem schmal.

**Diskussion:** Siehe unter *Melanogrammus* n. sp.

**Vorkommen:** St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland.

### ***Melanogrammus* n. sp.**

Abb. 24/8

?1983 *Melanogrammus* cf. *aeglefinus*, - FITCH & LAVENBERG: 515.

**Material:** 1 Otolith (P57).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
770(P57)	19,5	7,3	2,8	2,67	6,96

**Beschreibung:** Der einzige Otolith ist perfekt erhalten und besitzt einen gestreckten Umriss, mit relativ kurzem, gerundeten Caudalende und starker anteroventraler Expansion. Er ist in Relation zur Länge auffällig dünn und stark gebogen, bei leichter Torsion im hinteren Teil. Entsprechend der Biegung ist die Innenseite in Längsrichtung stark konvex, die Außenseite stärker konkav, trotz des gegenüber der Innenseite kräftigeren Dickenwachstums. In vertikaler Richtung ist die Außenseite deutlich mehr konvex als die Innenseite. Insgesamt ist die größte Dicke der Außenseite als Längswulst etwas nach ventral verschoben und der Ventralrand des Otolithen dicker als der Dorsalrand. Die Skulptur der Außenseite besteht aus Furchen und Wülsten, die von den Rändern zum Zentrum laufen und hier am Längswulst erlöschen. Der Längswulst selbst ist etwas buckelig gegliedert. Im dorsalen Bereich ist die Skulptur feiner und gleichmäßiger als im ventralen Bereich. Entsprechend feiner ist auch der Dorsalrand gewellt.

Am Dorsalrand sind das Prä- und das Postdorsaleck gut entwickelt. Dazwischen verläuft der Dorsalrand etwa horizontal, dabei etwas konkav eingebogen. Vom Prädorsaleck fällt der Vorderrand zunächst steil ab und biegt dann mit einem deutlichen Knick nach vorn zur anteroventralen

Expansion ab. Hinten führt der Dorsalrand vom Postdorsaleck her schräg abwärts zum gerundeten Caudalende. Der Ventralrand ist leicht konvex und steigt nach hinten leicht zum Caudalende hin an.

Die Innenseite überquert der recht weite, aber nur mäßig tiefe Sulcus, dessen Cauda deutlich länger als das Ostium ist. Am Collum ist der Sulcus nur wenig verengt, vor allem durch einen flach dreieckigen Vorsprung des Ventralrandes. Die umfangreichen, abgeflachten Colliculi stoßen am Collum dorsal fast zusammen. Ihre Ränder sind hier abgeseigt und divergieren deutlich in ventraler Richtung, wodurch der Abstand hier größer wird. Der Dorsalrand des Sulcus ist zu einer schwachen Crista superior erhöht. Bis hierher reichen die Furchen vom Dorsalrand nach unten. Ventral hingegen enden die Skulpturelemente an der vertieften Ventrallinie, die einen deutlichen Absatz zum sehr niedrigen, langgestreckten und glatten Ventralfeld bildet. Über der Ventrallinie folgt mit kurzem Abstand noch eine weitere, schwächere Linie.

**Diskussion:** Zur Erklärung der generischen Bestimmung ist ein kurzer Blick auf vergleichbare Gattungen der Unterfamilie Gadinae erforderlich. Innerhalb der Gadinae bilden die Gattungen *Gadus*, *Microgadus*, *Eleginus*, *Theragra*, *Micromesistius*, *Melanogrammus*, *Pollachius* und *Merlangius* eine sowohl nach morphologisch als auch nach Otolithen recht geschlossenen Gruppe, die man auch als Tribus Gadini zusammenfassen könnte. Die Otolithen verschiedener Gattungen dieser Gruppe sind zum Teil sehr ähnlich und schwer abzugrenzen. Dennoch finden sich einige subtilere Merkmale, die eine generische Bestimmung erlauben. Die Otolithen von *Micromesistius* (siehe Taf. Fig. 9-19) sind u.a. am deutlich ausgebildeten Pseudocolliculum zu erkennen, was allen anderen Gadini fehlt. Sie vermitteln damit zur *Trisopterus-Gadiculus*-Gruppe der Gadidae. Für die vorliegenden Otolithen scheidet *Micromesistius* aus (u. a. fehlt das Pseudocolliculum). Die Otolithen von *Gadus* und *Microgadus* sind gedrungener und dicker. Sie zeigen eine für die Gruppe sehr kurzen Cauda. Auch *Gadus* und *Microgadus* fallen für den direkten Vergleich aus. Bei den Gattungen *Theragra* und *Eleginus* ist die Außenseite der Otolithen in vertikaler Richtung konkav bis höchstens eben, bei allen anderen Gattungen und auch den vorliegenden Otolithen ist sie konvex, bei sonst ähnlicher Gesamtform. Es bleiben also noch *Pollachius*, *Merlangius* und *Melanogrammus*. Die Otolithen von *Merlangius* sind sehr dünn und in der Längsachse kaum gebogen. Außerdem sind sie am Caudalende scharf zugespitzt. Damit kommt *Merlangius* ebenfalls für die vorhandenen Otolithen nicht in Frage. Die Otolithen von *Pollachius* und *Melanogrammus* sind untereinander am ähnlichsten. *Pollachius*-Otolithen sind jedoch stärker in der Längsachse gedreht. Der Sulcus ist noch weiter und tiefer, die Colliculi dick und oberflächlich stärker gegliedert. Das caudale Colliculum zerfällt häufig in mehrere Teile. Außerdem ist die Cauda in der Regel noch

mehr oder weniger deutlich erweitert. Tatsächlich bleibt nach Analyse aller vergleichbaren Gattungen nur *Melanogrammus* als die Gattung übrig, zu der die fossilen Otolithen ohne Probleme gestellt werden können.

Die beiden *Melanogrammus*-Arten sind auf Otolithen-Basis sicher und leicht zu unterscheiden.

Die Otolithen von *M. marylandicus* sind sehr schlank und verzüngen sich caudal gleichmäßig, ohne Ausbildung eines Postdorsalecks am Dorsalrand. Deutlich ist auch die kräftige und spitze Ausbildung der anteroventralen Expansion, die allen bisher beschriebenen fossilen und rezenten Arten fehlt. *M. n. sp.* wirkt deutlich gedrungener, da sich

## Abb. 25

Abb. 25/1-2: *Micromesistius poutassou* (RISSO, 1826)

1: linke Sagitta, Innenseite; 2: rechte Sagitta, Innenseite; rezent, N-Atlantik; coll. A. Müller.

Abb. 25/3-4: *Micromesistius* aff. *poutassou* (RISSO, 1826)

3a-b: linke Sagitta Nr. 810(P20), a: Innenseite, b: ventral; 4a-b: rechte Sagitta Nr. 811(P20), a: Innenseite, b: ventral; Yorktown Formation (Sunken Meadow Member); Virginia (Piankatank River, Martiau).

Abb. 25/5-9: *Merluccius albidus* (MITCHILL, 1817)

5a-c: linke Sagitta Nr. 72(P14), a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite, St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland; 6: rechte Sagitta Nr. 777(P57), Innenseite, Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine); 7a-b: rechte Sagitta Nr. 779(P6), a: Innenseite, b: ventral, Calvert Formation (Bed 10), Maryland (Plum Point); 8a-b: linke Sagitta Nr. 776(P57), a: Innenseite, b: ventral, Yorktown Formation (Rushmere Member); North Carolina (Lee Creek Mine); 9: linke Sagitta Nr. 72(P14), Innenseite, St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland.

Abb. 25/10-11: *Merluccius* sp.

11: juvenile linke Sagitta Nr. 795(P12), Innenseite, St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach); 3a-b: linke Sagitta Nr. 778(P15), a: Innenseite, b: ventral; Calvert Formation (Bed 10), Maryland (Aguasco).

Abb. 25/12a-b: *Merluccius albidus* (MITCHILL, 1817)

linke Sagitta, a: Innenseite, b: ventral; Mittelmiozän (Reinbekium), NW-Deutschland (Twistinggen); coll. A. Müller.

Abb. 25/13: *Merluccius productus* (AYRES, 1855)

rezent, NE-Pazifik; coll. A. Müller.

Abb. 25/14a-b: *Palaeogadus emarginatus* (KOKEN, 1884)

Oberoligozän (Eochattium); Deutschland (Hessen, Glimmerode); coll. A. Müller.

Abb. 25/15-16: *Brotula* sp.

15a-c: juvenile linke Sagitta Nr. 482(P15), a: Innenseite, b: ventral, c: dorsal; 16a-d: juvenile rechte Sagitta Nr. 121(P15), a: Innenseite, b: ventral, c: dorsal, d: Außenseite; Calvert Formation (Bed 10), Maryland (Aguasco).

Abb. 25/17-25: *Lepophidium elongatum* n. sp.

17a-b: rechte Sagitta Nr. 641(P14), a: Innenseite; b: ventral; 18a-b: linke Sagitta Nr. 640(P14), a: Innenseite, b: ventral; 19a-b: rechte Sagitta Nr. 448(P10), Holotypus, a: Innenseite, b: ventral; 20: rechte Sagitta Nr. 450(P12), Innenseite; 21: rechte Sagitta Nr. 431(P70), Innenseite; 22: linke Sagitta Nr. 642(P14), Innenseite; 23a-b: rechte Sagitta Nr. 447(P10), a: Innenseite, b: ventral; 24: linke Sagitta Nr. 639(P14); 25: rechte Sagitta Nr. 643(P14), Innenseite; Innenseite. Abb. 25/17, 18, 20, 21, 22, 24, 25: St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach); Abb. 25/19 und 23: St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellors Point). Alle abgebildeten Exemplare neben dem Holotypus sind Paratypen.

Abb. 25/26-37: *Lepophidium* aff. *cervinum* (GOODE & BEAN, 1885)

26-30: juvenile Sagittae Nr. 542(P57), 421(P57), 419(P57), 443(P57), 420(P57), Innenseite; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine). 31a-b: linke Sagitta Nr. 428(P9), a: Innenseite, b: ventral, St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellors Point); 32: linke Sagitta Nr. 449(P57), Innenseite; 33: rechte Sagitta Nr. 422(P57), Innenseite; 34: rechte Sagitta Nr. 534(P57), Innenseite; 35: linke Sagitta Nr. 536(P57), Innenseite, Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine); 36: linke Sagitta Nr. 429(P9), Innenseite; St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellors Point); 37: rechte Sagitta Nr. 424(P57), Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

## Fig. 25

Fig. 25/1-2: *Micromesistius poutassou* (RISSO, 1826)

1: left sagitta, inner face; 2: right sagitta, inner face; recent, N. Atlantic; coll. A. Müller.

Fig. 25/3-4: *Micromesistius* aff. *poutassou* (RISSO, 1826)

3a-b: left sagitta No. 810(P20), a: inner face, b: ventral; 4a-b: right sagitta No. 811(P20), a: inner face, b: ventral; Yorktown Formation (Sunken Meadow Member); Virginia (Piankatank River, Martiau).

Fig. 25/5-9: *Merluccius albidus* (MITCHILL, 1817)

5a-c: left sagitta No. 72(P14), a: inner face, b: ventral, c: outer face, St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland; 6: right sagitta No. 777(P57), inner face, Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine); 7a-b: right sagitta No. 779(P6), a: inner face, b: ventral, Calvert Formation (Bed 10), Maryland (Plum Point); 8a-b: left sagitta No. 776(P57), a: inner face, b: ventral, Yorktown Formation (Rushmere Member); North Carolina (Lee Creek Mine); 9: left sagitta No. 72(P14), inner face, St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland.

Fig. 25/10-11: *Merluccius* sp.

11: juvenile left sagitta No. 795(P12), inner face, St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach); 3a-b: left sagitta No. 778(P15), a: inner face, b: ventral; Calvert Formation (Bed 10), Maryland (Aguasco).

Fig. 25/12a-b: *Merluccius albidus* (MITCHILL, 1817)

left sagitta, a: inner face, b: ventral; middle Miocene (Reinbekian), NW-Germany (Twistinggen); coll. A. Müller.

Fig. 25/13: *Merluccius productus* (AYRES, 1855)

recent, NE. Pacific; coll. A. Müller.

Fig. 25/14a-b: *Palaeogadus emarginatus* (KOKEN, 1884)

Late Oligocene (Eochattian); Germany (Hesse, Glimmerode); coll. A. Müller.

Fig. 25/15-16: *Brotula* sp.

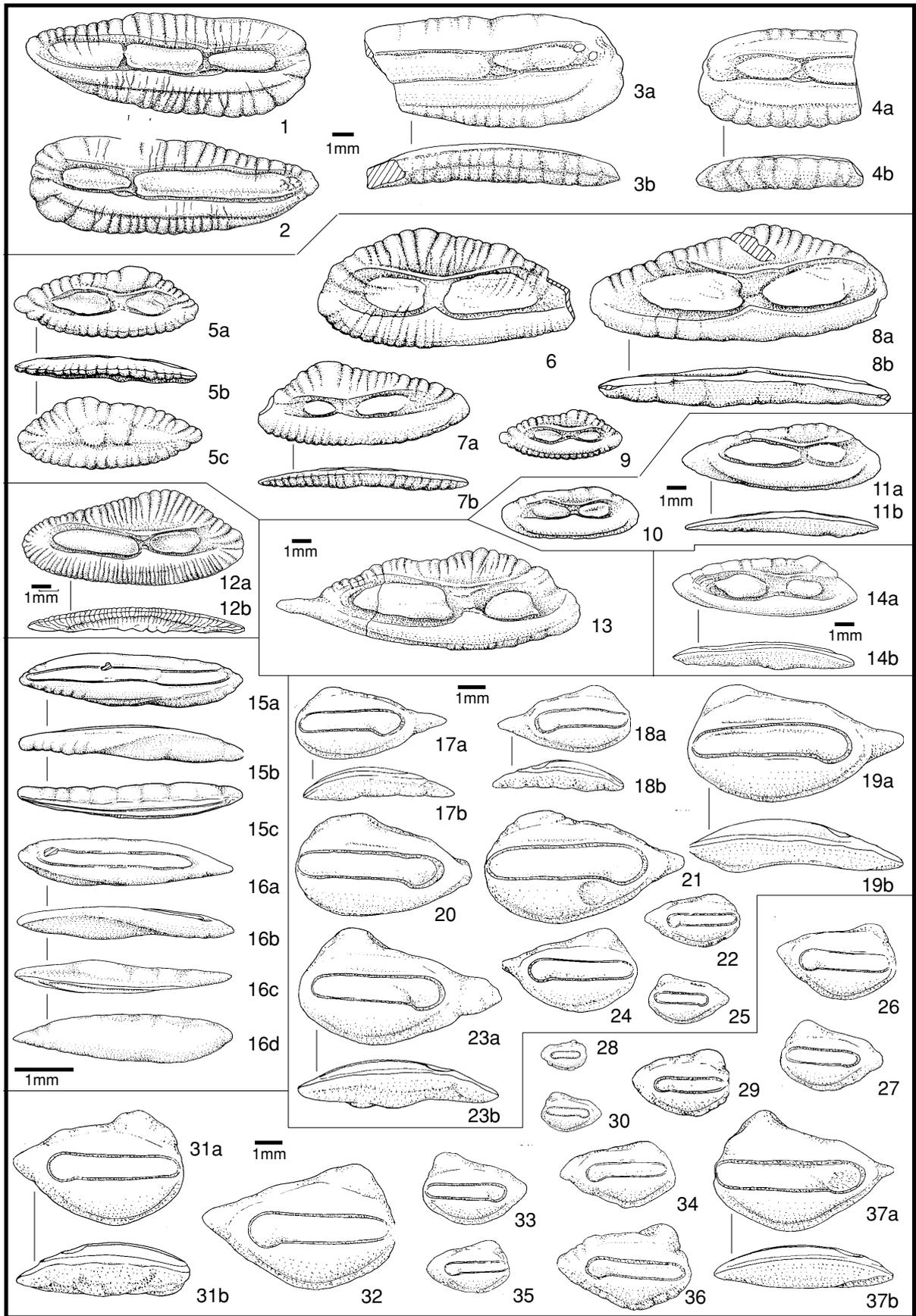
15a-c: juvenile left sagitta No. 482(P15), a: inner face, b: ventral, c: dorsal; 16a-d: juvenile right sagitta No. 121(P15), a: inner face, b: ventral, c: dorsal, d: outer face; Calvert Formation (Bed 10), Maryland (Aguasco).

Fig. 25/17-25: *Lepophidium elongatum* n. sp.

17a-b: right sagitta No. 641(P14), a: inner face; b: ventral; 18a-b: left sagitta No. 640(P14), a: inner face, b: ventral; 19a-b: right sagitta No. 448(P10), holotype, a: inner face, b: ventral; 20: right sagitta No. 450(P12), inner face; 21: right sagitta No. 431(P70), inner face; 22: left sagitta No. 642(P14), inner face; 23a-b: right sagitta No. 447(P10), a: inner face, b: ventral; 24: left sagitta No. 639(P14); 25: right sagitta No. 643(P14), inner face; inner face. Fig. 25/17, 18, 20, 21, 22, 24, 25: St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach); Fig. 25/19 und 23: St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellors Point). Alle figured specimens beside the holotype are paratypes.

Fig. 25/26-37: *Lepophidium* aff. *cervinum* (GOODE & BEAN, 1885)

26-30: juvenile sagittae No. 542(P57), 421(P57), 419(P57), 443(P57), 420(P57), inner face; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine). 31a-b: left sagitta No. 428(P9), a: inner face, b: ventral, St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellors Point); 32: left sagitta No. 449(P57), inner face; 33: right sagitta No. 422(P57), inner face; 34: right sagitta No. 534(P57), inner face; 35: left sagitta No. 536(P57), inner face, Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine); 36: left sagitta No. 429(P9), inner face; St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellors Point); 37: right sagitta No. 424(P57), Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).



das Caudalende nicht so stark und gleichmäßig verjüngt, wobei das Postdorsaleck sehr gut entwickelt ist. Die Otolithen sind auch wesentlich dünner und stärker gebogen als die von *M. antecessens*. Da nur ein Otolith zur Verfügung steht, wird von einer Benennung der pliozänen Art abgesehen. Es bestehen aber kaum Zweifel an der Eigenständigkeit der neuen Art.

Damit sind vom höheren Mittelmiozän bis zum Pliozän der Chesapeake Group zwei fossile Arten der Gattung vertreten. Die Nennung bei FITCH & LAVENBERG (ohne Abbildung) bezieht sich auf eine zerbrochene linke Sagitta und bleibt unsicher.

Aus dem jüngeren Tertiär des Nordseebeckens sind inzwischen mehrere fossile *Melanogrammus*-Arten beschrieben worden: *M. suffolkensis* (KOKEN, 1891) aus dem Pliozän von England, *M. conjunctus* (GAEMERS & SCHWARZHANS, 1973) aus dem Pliozän von Belgien und *M. morsumensis* GAEMERS, 1983 aus dem Obermiozän von Norddeutschland. Die Otolithen von *M. morsumensis* sind für *Melanogrammus* sehr gedrunken und ähneln eher *Gadus*-Otolithen. Der von GAEMERS allein abgebildete Holotypus ist nur 6,61mm lang, bei etwas beschädigtem Caudalende. Skulptur und Größe zeigen, daß es sich um einen juvenilen Otolithen handeln dürfte.

Genus *Microgadus* GILL, 1865

Typus-Art: *Gadus proximus* GIRARD, 1854

#### ***Microgadus* cf. *tomcod* (WALBAUM, 1792)**

1983 *Microgadus* cf. *tomcod*, - FITCH & LAVENBERG: 516, Fig. 11.

**Diskussion:** Dieses Taxon ist von FITCH & LAVENBERG aus dem Pliozän (Yorktown Formation) der Lee Creek Mine (North Carolina) genannt worden. Im Text heißt es, daß sämtliche 8 Exemplare beschädigt und zerbrochen sind. Außerdem wird *Merlangiogadus cognatus* genannt (ohne Abb.!). Die Abbildung zeigt aber keinen *Microgadus*-Otolithen, sondern einen *Merlangiogadus*. Hier sind offensichtlich die Abbildungen verwechselt worden. Das Vorkommen von *Microgadus* unterliegt daher ernstesten Zweifeln und das Taxon wird nicht in die Auswertung mit einbezogen.

Genus *Micromesistius* GILL, 1863

Typus-Art: *Gadus poutassou* RISSO, 1826

Syn.: *Merlangiogadus* GAEMERS, 1973

#### ***Micromesistius cognatus* (KOKEN, 1891)**

Abb. 24/10-20

\*1891 *Otolithus (Merlangus) cognatus* KOKEN: 89, Taf. 5 Fig. 1, 1a (non Taf. 3 Fig. 5).

1969a *Merlangius cognatus*, - GAEMERS: 8, Taf. 1 Fig. 8.

1969b *Merlangius cognatus*, - GAEMERS: 74.

1971 *Merlangius cognatus*, - GAEMERS: 244, Taf. 1 Fig. 9, Taf. 2 Fig. 3, Taf. 5 Fig. 5, Taf. 6 Fig. 1.

1973 *Merlangiogadus cognatus*, - GAEMERS: 63.

1976b *Merlangiogadus cognatus*, - GAEMERS: 511, Taf. 5 Fig. 1 u. 2.

1977 *Micromesistius cognatus*, - NOLF: 25, Taf. 4 Fig. 17-22.

1983 *Micromesistius cognatus*, - FITCH & LAVENBERG: 515-516, Fig. 11 (als *Microgadus* cf. *tomcod*).

Material: 185 Otolithen: P6(8), P15(38), P2(2), P12(2), P13(3), P14(91), P70(23), P71(8), P10(10).

**Diskussion:** Die Otolithen aus dem Miozän der Chesapeake Group entsprechen völlig den Populationen aus dem Miozän des Nordseebeckens in Europa. Damit sind die ost- und die westatlantischen Populationen konspezifisch. In Abb. 24/10-20 ist eine Serie von Otolithen aus dem Miozän von Maryland abgebildet. Zum Vergleich sind weiterhin Otolithen aus dem Nordseebecken beigegeben (Dingdener und Twistringer Schichten). *M. cognatus* ist eine der zirkumnordatlantischen Gadidae-Arten.

Im Pliozän von Lee Creek Mine ist die Art ebenfalls vertreten (FITCH & LAVENBERG, 1983). Eigenes Material liegt jedoch nicht vor. Danach reicht die Art im Westatlantik bis in das Pliozän, im Nordseebecken nur bis in das Obermiozän.

**Vorkommen:** Miozän (Calvert, Choptank und St. Marys Formation), Maryland; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine); öheres Untermiozän bis höchstes Obermiozän, Europa (Nordseebecken).

#### ***Micromesistius* aff. *poutassou* (RISSO, 1826)**

Abb. 25/3-4

Material: 2 Otolithen (P20).

**Beschreibung:** Leider ist keiner der vorhandenen Otolithen vollständig genug, um eine komplette Beschreibung zu ermöglichen. Auf jeden Fall ist zu erkennen, daß es sich um mittelgroße, gestreckte und im Verhältnis zur Länge sehr dünne Otolithen handelt. Sie sind in der Längsachse leicht gebogen und zeigen eine schwach konvexe Innenseite und eine leicht konkave Außenseite. In vertikaler Richtung ist die Außenseite stärker konvex als die Innenseite. Die größte Dicke der Außenseite ist leicht in ventrale Richtung verschoben. Von den Rändern laufen breite, flache Wülste zum Zentrum der Außenseite, getrennt durch schmale Furchen. Diese Skulptur führt zu einer flachen Wellung am Dorsal- und Ventralrand.

Der Dorsalrand, soweit verfolgbar, verläuft etwa horizontal. Ein Prädorsaleck ist nicht vorhanden. Der Vorderrand ist breit gerundet und geht ohne deutliche Eckenbildung in den mäßig konvexen Ventralrand über. Dieser steigt nach hinten an, was auf ein lang ausgezogenes, verjüngtes Caudalende schließen läßt.

Collum, gleichen denen von *Micromesistius poutassou* aus dem Nordatlantik, weshalb die fossilen Otolithen zur Gattung *Micromesistius* gestellt werden. Eine spezifische Bestimmung der unvollständigen Otolithen ist nicht sicher möglich.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (Piankatank River).

**Subfamilia Merlucciinae Adams, 1864**Genus *Merluccius* RAFINESQUE, 1810Typus-Art: *Gadus merluccius* LINNAEUS, 1758***Merluccius albidus* (MITCHILL, 1817)**

Abb. 25/5-9

1926 *Merluccius* cf. *vulgaris* FLEMING, 1828 var. *brevis*, - Leriche: 460, Taf. XLI Fig. 18, 18a.1942 *Merluccius triangularis* WEILER: 90, Taf. 13 Fig. 1.1973 *Merluccius triangularis*, - GAEMERS & SCHWARZHANS: 217, Taf. 2 Fig. 4, Taf. 6 Fig. 4.1978 *Merluccius albidus*, - NOLF: 512-522, Taf. 1 Fig. 10-16.. 1978 *Merluccius albidus*, - FITCH & LAVENBERG: 516, FIG. 1K.

Material: 122 Otolithen: P6(1), P15(12), P12(3), P14(37), P70(1), P20(15), P57(51), P59(1), P60(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
72(P14)	6,7	2,6	0,73	2,58	9,18
779(P6)	7,7	3,1	0,73	2,48	10,55
776(P57)	10,7	4,4	1,4	2,43	7,64

**Diskussion:** Die miozänen Otolithen entsprechen völlig der rezenten westatlantischen Art und müssen hierher gestellt werden. *M. albidus* war im Mittelmiozän auch im ostatlantischen Raum verbreitet und ist beispielsweise in den Dingdener und Twistringer Schichten des Nordseebeckens eine häufige Art (Otolithen zum Vergleich in Abb.25/12). Noch im Obermiozän tritt sie im Nordseebecken auf, wird dann aber durch den ostatlantischen *Merluccius merluccius* ersetzt und ist heute auf den westatlantischen Raum beschränkt.

**Vorkommen:** Miozän bis Pliozän (Calvert, St. Marys und Yorktown Formation), Maryland bis North Carolina; Mittel- bis Obermiozän, Europa (Nordseebecken).

***Merluccius* aff. *bilinearis* (MITCHILL, 1817)**1983 *Merluccius* cf. *bilinearis*, - FITCH & LAVENBERG: 516-517, Abb. 1L.

**Diskussion:** Der von FITCH & LAVENBERG abgebildete Otolith gehört zweifellos zur rezenten Art *M. bilinear*. Da das Material nicht vorliegt, lasse ich die Bestimmung mit Vorbehalt bestehen. Eigenes Material dieser Art steht nicht zur Verfügung.

**Vorkommen:** Pliozän (Yorktown Formation, Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine). Außerdem wird die Art von FITCH & LAVENBERG auch für die Yorktown Formation von Virginia angegeben (Rices Pit und Days Point bei Hampton).

***Merluccius* sp.**  
Abb. 25/10-11

Material: 4 Otolithen (P15).

**Diskussion:** Aus der Calvert Formation von Aquasco liegen einige kleine, sehr gestreckte und

dünne Otolithen vor, die sich keiner bekannten Art zuordnen lassen. Aufgrund der sehr langen Form sind die Otolithen vergleichbar mit *Palaeogadus emarginatus* (KOKEN, 1884) aus dem europäischen Oligozän. Die Colliculi liegen jedoch am Collum enger zusammen, als bei *Merluccius*-Otolithen üblich. Möglicherweise handelt es sich um einen fossilen Vorläufer von *M. bilinear*, der in der Otolithen-Morphologie viel Ähnlichkeit aufweist. Zur exakten Diagnose ist mehr und adultes Material erforderlich.

**Vorkommen:** Calvert Formation (Plum Point Member) von Maryland (Aguasco).

**Ordo Ophidiiformes****Subordo Ophidioidei****Familia Carapidae J ORDAN & FOWLER, 1902****Subfamilia Carapinae J ORDAN & FOWLER, 1902**Genus *Carapus* RAFINESQUE, 1810Typus-Art: *Gymnotus acus* BRÜNNICH, 1768***Carapus smithvillensis* DANTE & FRIZZELL, 1965**\*1965 "*Carapus*" *smithvillensis*, - DANTE & FRIZZELL: 715, Taf. 86 Fig. 32-35, Taf. 87 Fig. 7-8.1980 *Carapus smithvillensis*, - NOLF: 106-107, Taf. 20 Fig. 2.1981 *Carapus smithvillensis*, - SCHWARZHANS: 76.1985 *Carapus smithvillensis*, - NOLF: 64.

**Vorkommen:** Eozän (Claibornean, Weches Formation), Texas.

**Familia Ophidiidae R AFINESQUE, 1810****Subfamilia Brotulinae S WAINSON, 1838**Genus *Brotula* CUVIER, 1829Subgenus *Brotula* (*Brotula*) s. str.Typus-Art: *Enchelyopus barbatus* BLOCH & SCHNEIDER, 1801***Brotula* (*Brotula*) *barbata* (BLOCH & SCHNEIDER, 1801)**1980 *Brotula barbata*, - NOLF: 77, Taf. 2 Fig. 1-2.1981 *Brotula* (*Brotula*) *barbata*, - SCHWARZHANS: 82, Abb. 29.1983 *Brotula barbata*, - FITCH & LAVENBERG: 517, Fig. 2A).

**Diskussion:** Die rezent im Nordatlantik vorkommende *Brotula*-Art ist fossil durch Otolithen aus der Yorktown Formation (North Carolina) belegt. Otolithen wurden von FITCH & LAVENBERG, 1983 publiziert (Lee Creek Mine). Im eigenen Material von Lee Creek Mine ist die Art nicht vertreten.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

***Brotula* (*Brotula*) sp.**

Abb. 25/15-16

Material: 2 Otolithen (P15).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo	Lo/Lc
482(P15)	3,9	1,1	0,7	3,5	5,6	3,5	0,6
121(P15)	3,5	0,9	0,6	3,9	5,8	2,8	--

**Beschreibung:** Probe P15 von Aquasco (Maryland) lieferte einige kleine (juvenile) *Brotula*-Otolithen aus der Calvert Formation. Am besten erhalten ist die linke Sagitta Nr. 482 (Abb. 25/15), an der die nachfolgende Beschreibung orientiert ist.

Der sehr schlanke und relativ dünne Otolith ist in horizontaler Richtung leicht gebogen, wobei die Außenseite konkav angelegt ist, die Innenseite konvex. Das Dickenwachstum gleicht die konvexe Anlage der Außenseite aus, sodaß sie in horizontaler Richtung leicht konvex gewölbt ist. In vertikaler Richtung ist die Innenseite nahezu eben, die Außenseite stärker konvex. Die größte Dicke liegt in der vorderen Hälfte des Otolithen. In Richtung Caudalende nimmt sie deutlich ab.

Der Dorsalrand verläuft leicht konvex gebogen und annähernd horizontal. Er fällt hinten schräg zum zugespitzten Caudalende ab, ebenso vorn zum spitzen Rostralende. Der Ventralrand ist vom Rostralende zunächst schräg nach hinten-unten gerichtet, dabei etwas wellig und biegt dann nach hinten zu einem etwa horizontal ausgerichteten Abschnitt um. Dieser Abschnitt ist etwas hinter der Mitte kräftig konkav eingebuchtet. Der hintere Abschnitt schließlich steigt schräg zum Caudalende an und verläuft dabei sehr gerade. Hier sind einige schwache Kerben ausgebildet.

Die Innenseite ist glatt und ziemlich eben. Scharfe Ränder begrenzen diese Fläche. Sehr charakteristisch ist die Ausbildung des Ventralbereiches. Am vorderen Teil des Otolithen bildet die glatte Innenfläche einen schmalen Streifen unterhalb des Sulcus. Sie läßt hier genügend Platz für einen relativ breiten ventralen Randsaum. Kurz vor der Mitte des Otolithen erweitert sich die Innenfläche und zieht sich dabei stark nach unten. Von hier ab nach hinten bis zum Caudalende bleibt kein Platz mehr für einen ventralen Randsaum. Die Verhältnisse sind besonders deutlich in der Ventralansicht. Die eigenartige Ausbiegung der Innenfläche erweckt den Eindruck einer Torsion des Otolithen in der Längsachse. Deutlich wird auch die scharfe Ausbildung des Randes der Innenfläche, vor allem im hinteren Bereich.

Der schmale und flache Sulcus ist leicht sigmoidal gebogen. Er ist etwa horizontal ausgerichtet, verjüngt sich caudal und endet kurz vor dem Caudalende. Die flachen und oberflächlich ebenen Colliculi füllen den Sulcus völlig aus. Deutlich vor der Mitte des Sulcus, von dem leichten Knick des Ventralrandes ausgehend, trennt eine undeutliche, schräg nach vorn gerichtete Furche das ostiale vom caudalen Colliculum. Das caudale Colliculum ist dorsal nicht über das ostiale übergebogen.

**Ontogenie und Variabilität:** Es steht keine ontogenetische Serie von Otolithen zur Verfügung, so daß über die morphogenetische Verände-

rungen keine Aussage möglich ist. Die vorliegenden juvenilen Otolithen (die Otolithen rezenter Adulti werden über 20 mm lang) zeigen teilweise noch keine scharfe Trennung zwischen ostialem und caudalem Colliculum, wie dies auch von Otolithen rezenter juveniler *Brotula*-Otolithen bekannt ist. Die Sulcus-Morphologie kommt in solchen Fällen der von *Phycis*- oder *Urophycis*-Otolithen (Gadidae) nahe. Darauf haben auch FITCH & LAVENBERG (1983: 517) hingewiesen. Die eigenartige Gestaltung des Ventralrandes und die ebenfalls von *Phycis*-Otolithen abweichende Schwingung des Sulcus ermöglichen aber eine recht sichere Trennung beider Gruppen.

**Diskussion:** Sämtliche Otolithen stammen von juvenilen Fischen und sind nicht als Typusmaterial für eine Art-Diagnose geeignet. Das Taxon wird daher in offener Nomenklatur beschrieben. Es handelt sich offensichtlich um eine fossile Art, die nach rezenterem Material (u.a. SCHWARZHANS, 1981) und pliozänem Material von Lee Creek Mine (North Carolina, FITCH und LAVENBERG, 1983) nicht mit der pliozän-rezenten Art *Brotula (B.) barbata* übereinstimmt. Vor allem die Gestaltung des Ventralbereiches der Otolithen ist so deutlich verschieden, daß selbst nach den juvenilen Otolithen zwei unterschiedliche Arten vorliegen. Über die subgenerische Bestimmung besteht kein Zweifel. Bei Otolithen von *Brotula (Geneiates)* TICKELL, 1888 ist das caudale Colliculum dorsal deutlich über das ostiale gebogen (vergl. SCHWARZHANS, 1981, Fig. 28: *B. [G.] multibarbata* TEMMINCK & SCHLEGEL, 1846).

**Vorkommen:** Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland.

### Subfamilia Ophidiinae R AFINESQUE, 1810

#### Tribus Lepophidiini R OBINS, 1961

Genus *Lepophidium* GILL, 1895

Typus-Art: *Leptophidium profundorum* GILL, 1863

#### *Lepophidium* aff. *cervinum* (GOODE & BEAN, 1885)

Abb. 25/26-37, Abb. 26/1-13

aff.1980 *Lepophidium* cf. *cervinum*, - NOLF: 79, Taf. 3 Fig. 1-8.

aff.1981 *Lepophidium* cf. *cervinum*, - SCHWARZHANS: 82, Abb. 35.

. 1983 *Lepophidium* cf. *cervinum*, - FITCH & LAVENBERG: 519, Fig. 2B.

**Material:** 146 Otolithen: P20(12), P57(123), P59(1), P60(1), P64(7), P65(2).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo/Lc
424(P57)	6,6	4,5	1,6	1,4	4,1	3,4
426(P57)	6,9	5,5	2,1	1,3	3,3	3,2
425(P57)	8,2	6,1	2,9	1,3	2,8	3,1

**Beschreibung:** Im Unterpliozän von North Carolina kommen in großen Mengen *Lepophidium*-Otolithen vor, die hier zu den häufigsten Otolithen zählen. Diese Otolithen sind sehr gedrunken und hoch, der L/H-Index liegt zwischen etwa 1,25 und 1,35. Sie sind dabei im Verhältnis zur Länge recht dick und zeigen in der Längsachse die Anlage einer leichten Biegung. Die leicht konkave Anlage der Außenseite zeigt sich z. B. in Ventralansicht (Verlauf des Ventralrandes). Das starke Dickenwachstum der Außenseite führt aber zusammen mit der konvexen Innenseite letztlich zu einem bikonvexen Längsschnitt der Otolithen. In vertikaler Richtung sind beide Seiten ebenfalls konvex. Die Außenseite ist mehr oder weniger glatt, höchstens einige flache und verschwommene Unebenheiten sind vorhanden.

Am Dorsalrand ist das Prädorsaleck zu einem kräftigen Vorsprung ausgezogen, dessen Höhe und Breite deutlich variiert. Dieser prädorsale Vorsprung ist hauptsächlich verantwortlich für die Schwankungen im L/H-Index. Von diesem prädorsalen Vorsprung fällt der Dorsalrand steil nach vorn ab und ist dabei flach und weitspannig gewellt. Der Abfall nach hinten zum stumpf abgerundeten Postdorsaleck ist wesentlich schräger und ebenfalls leicht wellig. Vom Postdorsaleck schließlich verläuft der Dorsalrand ziemlich geradlinig und schräg gestellt zum spitz ausgezogenen Caudalende. Der Ventralrand zieht im gleichmäßig konvexen Bogen vom Vorderrand zum Caudalende, wobei der Schwerpunkt etwas hinter die Mitte verlagert ist.

Die Innenseite wird von einem leicht inframedian liegenden Sulcus überquert. Er ist horizontal ausgerichtet, flach, mäßig weit und reicht vorn bis an den Vorderrand der Otolithen. Hinten endet er deutlich vor dem Caudalende. Der Dorsalrand des Sulcus ist gerade bis leicht konvex, der Ventralrand ebenfalls. Kurz vor dem Hinterende ist der Sulcus etwas erweitert, markiert durch eine kleine Ecke am Ventralrand. Diese kurze, rundliche Cauda erreicht nur etwa ein Viertel der gesamten Sulcus-Länge. Der gesamte Sulcus ist durch die flachen, ebenen Colliculi ausgefüllt. Eine scharfe Abgrenzung von caudalem und ostialem Colliculum ist in der Regel nicht vorhanden. Manchmal ist jedoch die Andeutung einer schwachen Furche zu erkennen, die von der ventralen Grenze der Cauda (Ecke am Ventralrand) schräg nach vorn-dorsal gerichtet ist, sich aber im Sulcus schnell verliert.

Unter dem Sulcus liegt eine umfangreiche, gewölbte und glatte Area, die vom ventralen Randsaum durch eine randnahe Ventrallinie getrennt ist. Die Ventrallinie setzt sich fort in einem feinen Absatz, der sich hinter dem Sulcus herumzieht und dorsal eine flache, ebene Area vom dorsalen Randbereich trennt. Auch das Caudalende ist durch diesen Absatz hinter dem Sulcus von der übrigen Oberfläche der Innenseite abgetrennt. Die flachen Eindellungen des Dorsalrandes reichen als flache Depressionen nach innen auf den dorsalen Randsaum, erreichen aber nicht die glatte Area.

**Ontogenie und Variabilität:** Frühontogenetische Stadien zeigen noch eine Wellung der Ränder und die prädorsale Aufwölbung ist erst in Ansätzen entwickelt. Auch der caudale Dorn fehlt noch. Mit zunehmendem Wachstum glätten die Ränder schnell aus, und die prädorsale Aufwölbung nimmt ihre typische Gestalt an. Aus der caudalen Ecke entsteht der charakteristische Dorn. Das Wachstum verläuft allometrisch, die Höhe nimmt schneller zu als die Länge oder Dicke. So verändert sich der OL/OH-Index von etwa 1,6 bei frühjuvenilen Otolithen zu 1,3-1,4 bei den Adulti.

Die Adulti variieren etwas im OL/OH-Index (um 1,3-1,4) und auch in der Dicke. Der caudale Dorn ist ± deutlich gegen den Otolithenrumpf abgesetzt. Auch die Weite des Sulcus unterliegt deutlichen Schwankungen.

**Diskussion:** Siehe unter *Lepophidium elongatum* n. sp.

**Vorkommen:** Obermiozän bis Unterpliozän, Chesapeake Group (Eastover Formation, Yorktown Formation), Maryland, Virginia und North Carolina.

***Lepophidium elongatum* n. sp.**

Abb. 25/17-25

**Holotypus:** Rechte Sagitta Nr. 448(P10), Abb. 25/19.

**Paratypen:** Otolithen Nr. 641(P14) und 640(P14), Abb. 25/17-18; Nr. 450(P12), 431(P10), 642(P14); 447(P10), 639(P14), Abb. 25/20-25.

**Locus typicus:** Maryland, St. Marys County, St. Marys City, Chancellor Point (loc. 8).

**Stratum typicum:** Miozän, St. Marys Formation, Windmill Point Member.

**Derivatio nominis:** Von lat. "elongatus" = langgestreckt, nach der sehr gestreckten Gestalt der Otolithen.

**Diagnose:** Otolithen sehr langgestreckt (OL/OH-Index bei 1,7-1,8), mäßig dick. Innenseite in horizontaler Richtung konvex, Außenseite nahezu eben. In vertikaler Richtung beide Seiten konvex. Prädorsale Expansion niedrig und stumpf. Caudaler Dorn stark entwickelt. Sulcus weit, flach, in medianer bis leicht supramedianer Position.

**Material:** 68 Otolithen: P11(1), P12(5), P14(40), P70(1), P9(3), P10(18).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo/Lc	
69(P14)	2,8	1,6	0,8	1,8	3,5	3,3	Paratypus
67(P14)	3,1	1,8	0,8	1,7	3,9	3,6	Paratypus
68(P14)	3,3	1,8	0,8	1,8	4,1	3,9	Paratypus
448(P10)	6,2	3,4	1,4	1,8	4,4	3,7	Holotypus

**Beschreibung:** Diese Art umfaßt sehr langgestreckte Otolithen (OL/OH-Index zwischen 1,7 und 1,8) von schlank tropfenförmigem Umriß. Die nachfolgende Beschreibung ist am größten Otolithen (Holotypus) einer Reihe gut erhaltener Exemplare orientiert. Dieser Otolith erreicht einen OL/OH-Index etwas über 1,8. Er ist in der Längsachse deutlich gebogen, wobei die Außenseite leicht konkav, die Innenseite konvex ist. In vertikaler Richtung sind beide Seiten etwa gleichstark konvex

gewölbt. Die größte Dicke der Außenseite liegt an einer weit nach vorn verschobenen Erhebung unter der prä dorsalen Expansion des Dorsalrandes. Das Caudalende ist stark verjüngt, spitz ausgezogen und gut gegen den Otolithenrumpf abgesetzt.

Am Dorsalrand befinden sich ein stumpfwinkliges Postdorsaleck und ein zu einer kräftigen prä dorsalen Expansion ausgebautes Prä dorsaleck. Zwischen beiden Ecken fällt der Dorsalrand leicht nach hinten ab und ist dabei etwas konkav eingebogen. Der Abschnitt zwischen Postdorsaleck und Caudalende ist ebenfalls konkav. Vorn fällt der Dorsalrand steil zum Ostialende ab. Der Ventralrand ist gleichmäßig konvex gebogen. Dabei liegt der Schwerpunkt etwas vor der Mitte.

Der Sulcus ist etwa horizontal ausgerichtet, relativ weit und sehr flach. Der Dorsalrand ist unregelmäßig und leicht konvex. Am etwa geraden Ventralrand markiert eine weit hinten liegende, kleine Ecke die Grenze zwischen Ostium und Cauda. Die Cauda ist dahinter in ventraler Richtung etwas erweitert. Ein einheitliches, sehr flaches und ebenes Colliculum erfüllt den gesamten Sulcus. Die Trennung in ostialen und caudalen Teil ist nicht wahrnehmbar.

Unter dem Sulcus erstreckt sich das glatte, wenig gewölbte Ventralfeld. Es wird von einer feinen, sehr randnahen Ventrallinie gegen den sehr schmalen Randsaum begrenzt. Die Ventrallinie setzt sich hinter dem Sulcus fort und mündet hier in einen leichten Absatz, der das Caudalende von der Innenfläche trennt. Dieser Absatz läuft entlang des Dorsalrandes weiter nach vorn und bildet die Grenze zwischen der dorsalen Randzone und der glatten, ebenen Area. Besonders deutlich ist dies unterhalb der prä dorsalen Expansion. Ostial fällt dieser Absatz mit dem Vorderrand zusammen.

**Ontogenie und Variabilität:** Das OL/OH-Verhältnis ist in allen vorhandenen Wachstumsstadien recht konstant und liegt zwischen 1,7 und 1,8. Juvenile Otolithen sind jedoch im Verhältnis zur Länge dicker als adulte. Im weiteren Wachstum bleibt das Dickenwachstum im Verhältnis zum Längenwachstum jedoch zurück und der OL/OD-Index verschiebt sich von etwa 3,5 auf etwa 4,5. Bei juvenilen Otolithen ist das Caudalende noch nicht so scharf gegen den Otolithenrumpf abgesetzt. Die charakteristische Ausbildung stellt sich erst bei größeren Otolithen ein. Dafür zeigen die Ränder, vor allem der Ventralrand, noch eine deutliche Skulptur (Kerbung), welche im weiteren Wachstum schnell ausglättet.

**Diskussion:** Die Otolithen von *Lepophidium elongatum* n. sp. lassen sich aufgrund ihrer Proportionen, der Ausbildung der prä dorsalen Aufwölbung und des caudalen Dornes sicher von *L. cervinum*-Otolithen unterscheiden. Rezent werden für die US-Atlantikküsten 4 Arten angegeben (ROBINS et al., 1986): *L. cervinum*, *L. brevibarbe*, *L. jeannae*, *L. staurophor*. Weitere Arten kommen an den pazifischen Küsten Amerikas vor. Die fossilen Otolithen stehen der rezenten Art *L. brevibarbe* (CUVIER,

1829) und einigen pazifischen Arten am nächsten (relativ niedrige und gestreckte Gestalt, gering entwickelte prä dorsale Aufwölbung). Unterschiede sind in der Sulcuspomorphologie und der starken Entwicklung des caudalen Dornes der fossilen Art zu verzeichnen. Die gleichen Unterschiede betreffen auch *L. sp.* aus dem Untermiozän von Trinidad (NOLF, 1976). Diese zunächst in offener Nomenklatur beschriebenen Otolithen wurden von NOLF (1985: 64) der rezenten Art *L. staurophor* ROBINS, 1958 zugeordnet. Das von NOLF (1976: Taf. 5 Fig. 5-7) abgebildete Material erscheint heterogen und könnte zwei Arten enthalten. Insgesamt unterscheiden sich die Otolithen von Maryland konstant von allen anderen rezenten und fossilen Arten der Gattung, und berechtigen die Etablierung einer neuen Art.

Beim Vergleich der Otolithen rezenter westatlantischer und ostpazifischer Arten kann man zwei Gruppen aushalten: solche mit recht gedrunghenen Otolithen und stärker entwickelter prä dorsaler Aufwölbung (z.B. *L. cervinum* - Westatlantik, *L. pardale* - Ostpazifik) und solche mit gestreckten Otolithen und gering entwickelter prä dorsaler Aufwölbung (z.B. *L. brevibarbe* - Westatlantik, *L. prorates*, *L. stigmnatissimum* etc. - Ostpazifik, Otolithen in SCHWARZHANS, 1981). Beide Gruppen haben sich vor der Schließung der mittelamerikanischen Landbrücke im Pliozän ausgebreitet und in mehrere Arten aufgespalten, die jeweils begrenzte Areale besiedeln. Die Radiation erfolgte wohl recht schnell und im wesentlichen im Miozän bis Unterpliozän, denn ältere Funde sind von Amerika nicht bekannt.

**Vorkommen:** St. Marys Formation, Maryland.

Lepophidiini, genus indet.

**"genus Lepophidiinorum" lamberi DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE, 1965**

- \* 1965 *Bauzaia lamberi*, - DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE: 711, Taf. 86 Fig. 27, 28, 30, 31, 41.
- 1980 "genus *Lepophidiinorum*" *lamberi*, - NOLF:
- 1981 *Signata stenzeli*, - SCHWARZHANS: 96.
- 1985 "genus *Lepophidiinorum*" *lamberi*, - NOLF: 64.

**Vorkommen:** Mitteleozän (Claibornean, Weches Formation und Stone City Beds), Texas.

**"genus Lepophidiinorum" aff. lamberi DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE, 1965**

Abb. 26/21-22

**Material:** 2 Otolithen: P27(1), P30(1).

**Diskussion:** Die beiden Otolithen sind vor allem in der Sulcusregion stark korrodiert. Dennoch sind die Verhältnisse noch ansprechbar und zusammen mit der Gesamtform der Otolithen entsprechen sie recht gut "genus aff. *Lepophidiinorum*" *lamberi*. Sie werden daher in die Nähe die-

ser Art gestellt.

Vorkommen: Nanjemoy Formation (Woodstock Member), Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**"genus Lepophidiinorum" mucronatus**

(KOKEN, 1888)

Abb. 26/14-20

\*1888 *Otolithus (Gadidarum) mucronatus* KOKEN: 291-292, Taf. 17 Fig. 10-11.

1929 *Otolithus (Gadidarum) mucronatus*, - CAMPBELL: 273, Taf. 28 Fig. 10-11.

1965 *Bauzaia mucronata*, - FRIZZELL & DANTE: 712-713, Taf. 86, Fig. 43-44.

1980 "genus *Lepophidiinorum mucronatus*", - NOLF: 111.

1981 ?*Bauzaia mucronata*, - SCHWARZHANS: 96.

1985 "genus *Lepophidiinorum mucronatus*", - NOLF: 64

Material: 222 Otolithen: P25 (93), P29(1), P32(3), P33(5), P34(14), P38(49), P41(4), P42(18), P43(4), P66(4), P67(5), P68(22).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
783(P34)	4,75	2,6	0,95	1,83	5,0
782(P34)	6,3	3,0	1,3	2,1	4,85

**Beschreibung:** Die Otolithen zeichnen sich durch eine langgestreckt spindelförmige Gestalt aus, mit gerundetem Ostiale und stark ausgezogenem, zugespitztem Caudalende. Auffälliges Merkmal ist die stark entwickelte prädorsale Expansion am Dorsalrand. Dahinter verläuft der Dorsalrand mehr oder weniger konvex zum Caudalende, wobei nicht selten ein Postdorsaleck angedeutet ist. Der Ventralrand bildet einen gleichmäßiger konvexen Bogen zwischen Ostial- und Caudalende. Der Dorsalrand ist in der Regel mehr oder weniger stark gewellt, der Ventralrand dagegen meist glatt. In horizontaler Richtung sind die Otolithen leicht gebogen. In gleicher Richtung ist die Innenseite konvex, die Außenseite schwach konkav bis annähernd eben. In vertikaler Richtung ist die Außenseite stärker konvex als die Innenseite. Auf der Außenseite erstrecken sich Wülste und Furchen von den Rändern her mehr oder weniger weit nach innen und überqueren deren verdickten zentralen Bereich nur selten.

Der Sulcus ist etwa horizontal ausgerichtet und liegt ziemlich genau median. Er ist leicht geschwungen, wobei der Dorsalrand schwach konkav eingebogen ist und caudal zum abgerundeten Hinterende umbiegt. Der Ventralrand verläuft insgesamt leicht konvex. Hinten bildet eine kleine, abwärts gerichtete, dreieckige Ausbiegung die Grenze zwischen dem sehr langen Ostium und der kurzen Cauda. Von dieser Ecke ist eine Furche steil nach oben gerichtet. Sie trennt das caudale vom ostialen Colliculum. Die Ränder der Colliculi sind hier am Collum meist annähernd gerade abgestutzt, nur selten gerundet. Im Gegensatz zum ostialen Colliculum füllt das caudale Colliculum die Cauda nicht völlig aus. Unter dem Sulcus erstreckt sich ein umfangreiches, leicht gewölbtes und glattes Ventral-

feld, welches durch die sehr randnahe Ventrallinie vom extrem schmalen Randsaum abgesetzt ist. Die Area über dem Sulcus ist ebenfalls umfangreich und glatt. Zuweilen ist sie ventral etwas vertieft, wodurch der Dorsalrand des Sulcus, wenigstens im mittleren Bereich, als schwache Crista superior auftritt. In der Regel trennt eine mehr oder weniger deutliche Linie die Area gegen den dorsalen Randbereich. Sie läuft caudal um den Sulcus herum und setzt sich in der Ventrallinie fort.

Vorkommen: Mitteleozän der gesamten Gulf & Atlantic Coastal Plains, häufige Art in der Piney Point Formation (Virginia).

**Tribus Ophidiini R AFINESQUE, 1810**

Genus *Chilara* JORDAN & EVERMANN, 1896

Typus-Art: *Otophidium taylori* GIRARD, 1858

***Chilara* aff. *taylori* (GIRARD, 1858)**

Abb. 27/15

aff. 1980 *Chilara taylori*, - NOLF: 80, Taf. 4 Fig. 13-14.

Material: 1 Otolith (P62).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
595(P62)	4,7	3,3	1,2	1,42	3,92

**Beschreibung:** Der gut erhaltene Otolith liegt in der generellen Morphologie etwa zwischen den gedrungenen und hohen von *Ophidium* aff. *grayi* und den dünnen, gestreckten von *Ophidium* aff. *welshi* mit ihrer nur gering entwickelten, prädorsalen Aufwölbung. Das Caudalende verjüngt sich und endet recht spitz. Der stärker und gleichmäßig konvexe Vorderrand geht nahtlos in den schwächer konvexen Ventralrand über, dessen Schwerpunkt vor die Mitte verlagert ist. Die maximale Aufwölbung des stärker konvexen Dorsalrandes liegt ebenfalls vor der Mitte. In horizontaler Richtung ist eine Biegung angelegt, die vom Dickenwachstum der Außenseite weitgehend kompensiert wird, so daß diese nur leicht konkav erscheint, in vertikaler Richtung etwas konvex. Die Innenseite wölbt sich sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung flach konvex.

Der Sulcus liegt subzentral und ist horizontal ausgerichtet. Seine Morphologie entspricht dem *Ophidium*-Muster mit kurzer, ventral rundlich erweiterter Cauda und umfangreichem, mäßig weitem Ostium. Die flachen, ebenen Colliculi füllen den Sulcus völlig aus, und eine feine Furche trennt das ostiale vom weit nach vorn übergebogenen caudalen Colliculum.

**Diskussion:** Der Otolith entspricht in allen morphologischen Details nahezu perfekt denen der rezenten Art. *C. taylori* kommt heute nur im Ostpazifik (Kalifornien, Mittelamerika) vor. Dies ist aber nicht außergewöhnlich in der Region. Eine ambiamerikanische Verbreitung bis zur Schließung der mittelamerikanischen Landbrücke im Pliozän ist auch von anderen Gruppen bekannt. Nach Otolithen ergeben sich im Übrigen keine sicheren Krite-

rien zur Abgrenzungen der eng verwandten Gattungen *Chilara* und *Ophidion*, und ohne Kenntnis der einzigen rezenten Art würde man den Otolithen der Gattung *Ophidion* zurechnen.

Vorkommen: Eastover Formation (Cobham Bay Member), Virginia (James River-Sektion).

Genus *Ophidion* LINNAEUS, 1758

Typus-Art: *Ophidion barbatum* LINNAEUS, 1758

### *Ophidion* aff. *grayi* (FOWLER, 1948)

Abb. 27/4-9

aff.1980 *Ophidion grayi*, - NOLF: 80, Taf. 5 Fig. 4.

aff.1981 *Ophidion grayi*, - SCHWARZHANS: 82, Abb. 45.

. 1983 *Ophidion grayi*, - FITCH & LAVENBERG: 519, Fig. 2C.

Material: 16 Otolithen: P20(6), P57(8), P54(1), P60(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
544 (P20)	4,08	3,38	1,35	1,2	3,47
600 (P59)	4,25	3,5	1,1	1,2	3,86

Beschreibung: Relativ gut erhalten ist die rechte Sagitta Nr. 430(P57) (Abb. 27/ 5), an der die nachfolgende Beschreibung orientiert ist. Der Otolith besitzt einen etwas schief eiförmigen Umriß. Er ist ostial stumpf gerundet und caudal deutlich verjüngt. Am Verlauf des recht scharfen Ventralrandes

erkennt man gut die deutliche Biegung in horizontaler Richtung. Dabei ist die Außenseite zwar konkav angelegt, die Anlage gleicht das Dickenwachstum jedoch weitgehend aus. Im zentralen Bereich der Außenseite findet sich eine flache Aufwölbung. Die Innenseite ist in vertikaler und horizontaler Richtung konvex.

Der Dorsalrand besitzt ein stark ausgebautes Prädorsaleck, welches deutlich vor der Mitte liegt. Von hier aus fällt er schräg nach hinten zum Caudalende ab, bei nur schwach konvexer Krümmung. Der Abfall nach vorn zum Ostialrand ist kürzer, steiler, sowie flach und weitspannig gewellt. Der Ventralrand beschreibt einen gleichmäßig konvexen Bogen zwischen Ostial- und Caudalende.

Auf der Innenseite erstreckt sich ein flacher und weiter Sucus in horizontaler Richtung vom Vorderbis dicht an den Hinterrand. Er liegt etwa median. Der Dorsalrand des Sulcus ist recht gleichmäßig konvex gebogen. Caudal endet der Sulcus abgerundet verschlossen. Am Ventralrand markiert kurz vor dem Hinterende ein deutlicher Knick nach innen die Abgrenzung der Cauda. Von hier aus zieht sich der Ventralrand schwach konvex gebogen nach vorn. Die weiteste Ausbiegung von Ventral- und Dorsalrand liegt etwa in Position der halben Sulcuslänge, hier ist der Sulcus auch am weitesten und verengt sich von hier aus nach vorn und hinten. Der Sulcus ist von den beiden sehr flachen Collicula völlig ausgefüllt. Dabei legt sich das caudale Colliculum in sehr charakteristischer Weise weit

### Abb. 26

Abb. 26/1-13: *Lepophidium* aff. *cervinum* (GOODE & BEAN, 1885)

1a-b: rechte Sagitta Nr. 425(P57), a: Innenseite, b: ventral; 2a-b: linke Sagitta Nr. 426(P57), a: Innenseite, b: ventral; 3: rechte Sagitta Nr. 533(P57), Innenseite; 4: rechte Sagitta Nr. 648(P57), Innenseite; 5: rechte Sagitta Nr. 646(P57), Innenseite; 6: linke Sagitta Nr. 540(P57), Innenseite; 7: rechte Sagitta Nr. 423(P57), Innenseite; 8: rechte Sagitta Nr. 535(P57), Innenseite; 9: linke Sagitta Nr. 538(P57), Innenseite; 10a-b: linke Sagitta Nr. 541(P57), a: Innenseite, b: ventral; 11: linke Sagitta Nr. 647(P57), Innenseite; 12: rechte Sagitta Nr. 439(P57), Innenseite; 13: rechte Sagitta Nr. 537(P57), Innenseite; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 26/14-20: "genus *Lepophidiinorum*" *mucronatus* (KOKEN, 1888)

14: rechte Sagitta Nr. 09(P25), Innenseite; 15: rechte Sagitta Nr. 02(P25), Innenseite; 16: linke Sagitta Nr. 03(P25), Innenseite; 17: linke Sagitta Nr. 08(P25), Innenseite; 18a-b: rechte Sagitta Nr. 782(P32), a: Innenseite, b: ventral; 19a-b: rechte Sagitta Nr. 783(P34), a: Innenseite, b: ventral; 20: rechte Sagitta Nr. 01(P25), Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 26/21-22: "genus *Lepophidiinorum*" aff. *lamberi* (DANTE & FRIZZELL, 1965)

21a-b: linke Sagitta Nr. 717(P30), a: Innenseite, b: Außenseite; Nanjemoy Formation (Woodstock Member), Virginia (Pamunkey River Sektion); 22a-b: rechte Sagitta Nr. 725(P25), a: Innenseite, b: Außenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 26/23-26: *Otophidium nolfi* n. sp.

23a-b: linke Sagitta Nr. 485(P10), Holotypus, a: Innenseite, b: ventral; 24: rechte Sagitta Nr. 486(P10), Paratypus, Innenseite; 25: rechte Sagitta Nr. 484(P10), Paratypus, Innenseite; 26: rechte Sagitta Nr. 487(P10), Paratypus, Innenseite; St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellors Point).

Abb. 26/27a-b: *Otophidium* sp. 1

rechte Sagitta Nr. 520(P20), a: Innenseite, b: ventral; Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (Piankatank River, Martiau).

### Fig. 26

Fig. 26/1-13: *Lepophidium* aff. *cervinum* (GOODE & BEAN, 1885)

1a-b: right sagitta No. 425(P57), a: inner face, b: ventral; 2a-b: left sagitta No. 426(P57), a: inner face, b: ventral; 3: right sagitta No. 533(P57), inner face; 4: right sagitta No. 648(P57), inner face; 5: right sagitta No. 646(P57), inner face; 6: left sagitta No. 540(P57), inner face; 7: right sagitta No. 423(P57), inner face; 8: right sagitta No. 535(P57), inner face; 9: left sagitta No. 538(P57), inner face; 10a-b: left sagitta No. 541(P57), a: inner face, b: ventral; 11: left sagitta No. 647(P57), inner face; 12: right sagitta No. 439(P57), inner face; 13: right sagitta No. 537(P57), inner face; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 26/14-20: "genus *Lepophidiinorum*" *mucronatus* (KOKEN, 1888)

14: right sagitta No. 09(P25), inner face; 15: right sagitta No. 02(P25), inner face; 16: left sagitta No. 03(P25), inner face; 17: left sagitta No. 08(P25), inner face; 18a-b: right sagitta No. 782(P32), a: inner face, b: ventral; 19a-b: right sagitta No. 783(P34), a: inner face, b: ventral; 20: right sagitta No. 01(P25), inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 26/21-22: "genus *Lepophidiinorum*" aff. *lamberi* (DANTE & FRIZZELL, 1965)

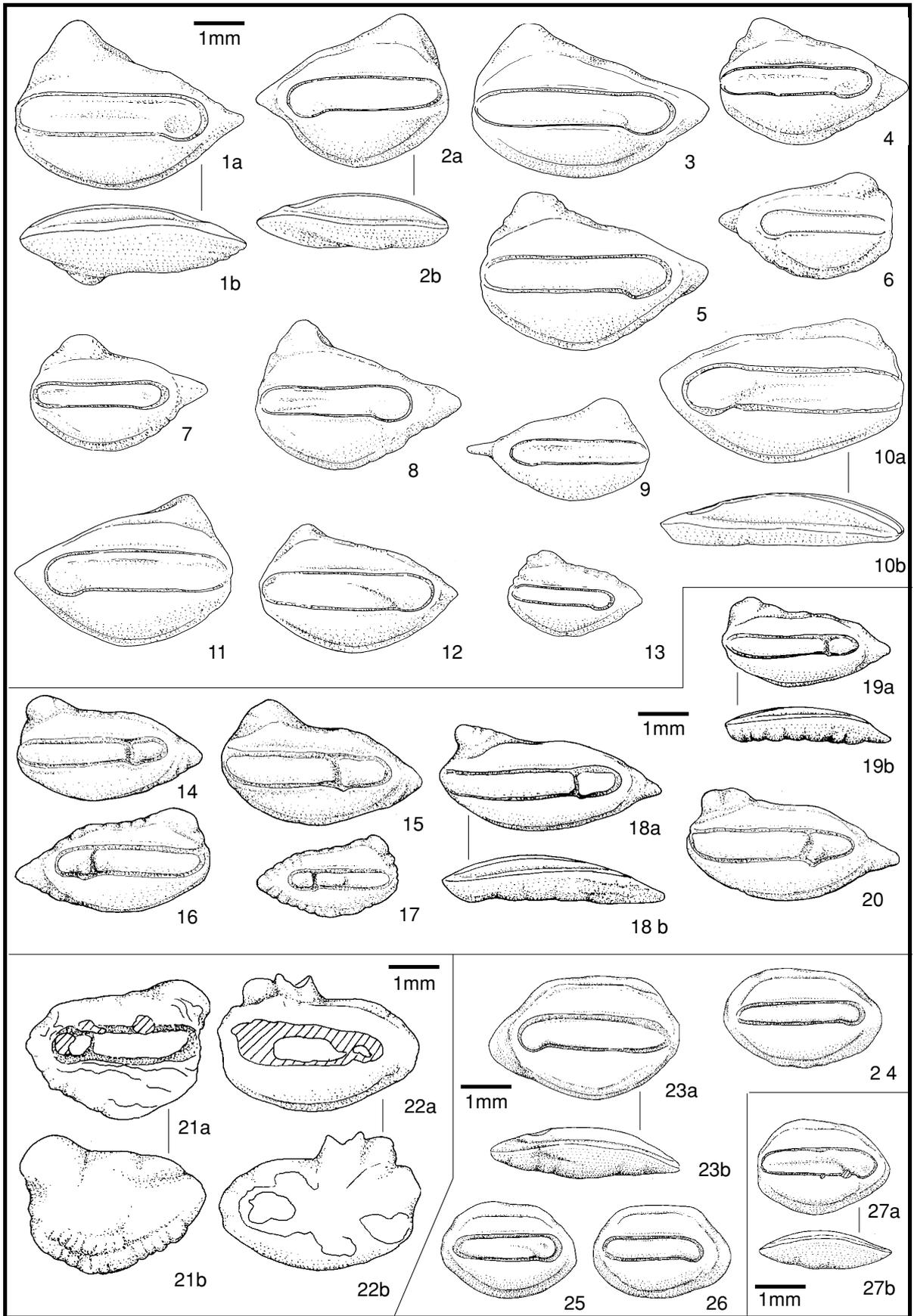
21a-b: left sagitta No. 717(P30), a: inner face, b: outer face; Nanjemoy Formation (Woodstock Member), Virginia (Pamunkey River section); 22a-b: right sagitta No. 725(P25), a: inner face, b: outer face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 26/23-26: *Otophidium nolfi* n. sp.

23a-b: left sagitta No. 485(P10), holotype, a: inner face, b: ventral; 24: right sagitta No. 486(P10), paratype, inner face; 25: right sagitta No. 484(P10), paratype, inner face; 26: right sagitta No. 487(P10), paratype, inner face; St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellors Point).

Fig. 26/27a-b: *Otophidium* sp. 1

Right sagitta No. 520(P20), a: inner face, b: ventral; Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (Piankatank River, Martiau).



nach vorn über das ostiale Colliculum und reicht fast bis an das ostiale Ende des Sulcus. Die Begrenzung zwischen beiden Collicula bildet eine fein eingeschnittene Linie, die von dem Vorsprung des Ventralrandes, unter dorsaler Biegung, nach vorn zieht. Sie endet kurz vor dem ostialen Ende des Sulcus am Dorsalrand.

**Diskussion:** Die fossilen Otolithen stimmen recht gut mit rezentem Material überein. Nur die prädorsale Expansion ist bei rezentem Material noch etwas stärker und spitzer ausgebaut. Dieser Unterschied, dessen Bewertung aus Mangel an statistischen Untersuchungen rezenter Otolithen offen bleiben muß, veranlaßt die Bestimmung mit Vorbehalt. Die Gattung *Ophidion* ist im tropisch-subtropischen Westatlantik recht artenreich vertreten (nach ROBINS et al., 1986 mindestens 7 Arten). Nicht von allen Arten sind die Otolithen bekannt, so daß die Aufstellung neogener fossiler Arten wenig sinnvoll ist. Das nachfolgend beschriebene Taxon z.B. läßt sich keiner der rezenten Arten zuordnen, deren Otolithen zum Vergleich vorliegen, aber die Aufstellung einer neuen Art wäre unseriös.

**Vorkommen:** Yorktown Formation, North Carolina und Virginia.

***Ophidion* aff. *welshi* (NICHOLS & BREDER, 1922)**

Abb. 27/10-14

aff.1980 *Ophidion welshi*, - NOLF: 80, Taf. 5 Fig. 13-14.

Material: 4 Otolithen (P57).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
721(P57)	2,9	1,98	0,7	1,53	4,14
724(P57)	4,0	2,9	0,8	1,38	5,0
723(P57)	4,2	2,6	0,8	1,62	5,3

**Beschreibung:** Kennzeichnend für diese Otolithen ist ein lang ovaler Umriß und eine gering entwickelte prädorsale Aufwölbung. Am Dorsalrand ist das Postdorsaleck in der Regel deutlich ausgeprägt, während das Prädorsaleck weniger gut markiert ist. Zwischen beiden Ecken verläuft der Dorsalrand nur schwach konvex. Der Schwerpunkt des sehr regulär konvexen Ventralrandes liegt etwa median. Caudal sind die Otolithen etwas spitzer als ostial, wobei das Caudalende nur wenig abgesetzt und betont ist. In horizontaler Richtung ist eine leichte Biegung angelegt, die nur selten durch das Dickenwachstum der Außenseite völlig ausgeglichen wird. Dadurch ist die Innenseite immer konvex, die Außenseite eben bis schwach konkav. In vertikaler Richtung sind beide Seiten flach konvex gewölbt. Abgesehen von einigen flachen Unebenheiten bleibt die Außenseite glatt.

Der horizontal ausgerichtete, flache und relativ weite Sulcus überquert die Innenseite in medianer bis leicht supramedianer Position. Er reicht ostial bis dicht an den Vorderrand und endet caudal mit etwas Abstand vom Hinterrand. Sein Dorsal- und Ventralrand verlaufen flach konvex. Eine kleine Ecke am hinteren Ventralrand markiert die Grenze

zwischen Ostium und Cauda. Von hier aus zieht eine verschwommene Furche im Sulcus nach vorn und trennt das niedrige ostiale Colliculum vom dorsal weit nach vorn übergebogenen, bis zum Vorderrand reichenden caudalen Colliculum. Die scharf ausgeprägte, randnahe Ventrallinie trennt das flach gewölbte Ventralfeld vom schmalen Randsaum.

**Ontogenie und Variabilität:** Juvenile Otolithen zeigen noch eine leichte Wellung der Ränder, die aber bei weiterem Wachstum schnell erlischt. Die prädorsale Expansion ist noch geringer entwickelt als bei den Adulti.

**Diskussion:** Die Otolithen sind aufgrund ihres Umrisses und der schwach entwickelten prädorsalen Aufwölbung sicher von *O. aff. grayi*-Otolithen zu trennen. Sie zeigen aber bemerkenswerte Beziehungen zur rezenten Art *O. welshi* aus dem Golf von Mexico und können in die Nähe dieser rezenten Art gestellt werden. Nach den Abbildungen in NOLF, 1980 (Taf. 5 Fig. 13-14) beitzten die Otolithen von *O. welshi* einen etwas weiteren Sulcus.

**Vorkommen:** Yorktown Formation, North Carolina und Virginia.

Genus *Rissola* JORDAN & EVERMANN, 1896

Typus-Art: *Ophidium marginatum* DE KAY, 1842

**"genus aff. *Rissola*" sp.**

Abb. 27/16

Material: 1 Otolith (P20).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
517(P20)	2,96	2,25	0,8	1,32	3,7

**Beschreibung:** Ein relativ kleiner, etwas erodierter Otolith paßt ebenfalls nicht in das *Ophidion*-Muster. Er ist in vertikaler und horizontaler Richtung flach bikonvex und besitzt bei gedrungenem ovalem Umriß eine flach gerundete prädorsale Aufwölbung. Der Ventralrand verläuft stark konvex, wobei der Schwerpunkt deutlich nach hinten verlagert ist. Der Sulcus ist auffällig weit und flach. Von der kurzen, rundlichen Cauda aus biegt das caudale Colliculum dorsal weit nach vorn über und reicht bis an den Vorderrand des Sulcus, vom ostialen Colliculum durch eine seichte, verschwommene Furche getrennt.

**Diskussion:** Die gering entwickelte prädorsale Aufwölbung in Verbindung mit einem weiten Sulcus sind Merkmale, die eher für Otolithen der Gattung *Rissola* als *Ophidion* zutreffen. Allerdings ist der Sulcus bei rezenten Arten [*R. marginata* (DE KAY, 1842) und *R. holbrooki* (PUTNAM, 1874) - Otolithen in SCHWARZHANS, (1981) noch stärker aufgetrieben (bei *holbrooki* deutlicher als bei *marginata*). Insofern nimmt der Otolith eine etwas vermittelnde Stellung zwischen *Ophidion* und *Rissola* ein, mit deutlicheren Affinitäten zu *Rissola*. Leider steht nicht mehr Material zur Verfügung, die Verhältnisse bleiben aufgrund des einzigen und etwas erodierten Otolithen unklar. Die genannten *Rissola*-Arten kommen heute in den Gewässern der

SE-Atlantikküste der USA vor. Im übrigen bestehen unterschiedliche Auffassungen über die Validität von *Rissola*. COHEN & NIELSEN (1978) ziehen die Gattung als nachgeordnetes Synonym zu *Ophidion* ein, SCHWARZHANS (1980) stellt weitere *Ophidion*-Arten nach Otolithenmorphologie zu *Rissola*.

Vorkommen: Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (Piankatank River).

**Otophidium aff. lagochila**

Abb. 27/1-2

. 1983 Ophidiidae sp. B.- FITCH & LAVENBERG: 520 , Fig. 2G.

Material: 2 Otolithen (P57).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
719(P57)	3,5	2,25	1,0	1,56	3,5

Beschreibung: Die beiden vorhandenen Otolithen sind korrodiert oder beschädigt. Trotz der ziemlich starken Korrosion lassen sich bei Exemplar Nr. 719 (Abb. 27/1) aber noch die wichtigsten morphologischen Merkmale erkennen. Der relativ dicke Otolith besitzt einen recht gleichmäßig ovalen Umriß, mit etwas ausgezogenem und nach ventral verschobenem Caudalende. In horizontaler Richtung sind die Innen- und die Außenseite etwa gleichstark konvex gewölbt, in vertikaler Richtung die Außenseite deutlich stärker als die Innenseite. Die Oberfläche der Außenseite zeigt einige flache, irreguläre Erhebungen, sonst ist sie glatt.

Der Sulcus liegt etwas inframedian, ist ziemlich weit und sehr flach. Sein Dorsalrand ist schwach und gleichmäßig konvex gebogen. Der Ventralrand verläuft stärker konvex. Im caudalen Bereich bildet eine flach nach innen gerichtete Einbuchtung die Grenze zwischen dem sehr umfangreichen Ostium und der kurzen, verengten und rundlichen Cauda. Die flachen Colliculi füllen den Sulcus völlig aus. Erhaltungsbedingt ist die Grenze zwischen ostialem und caudalem Colliculum nicht mehr zu beobachten. Bei dem von FITCH & LAVENBERG abgebildeten Exemplar ist jedoch zu erkennen, daß das caudale Colliculum dorsal weit über das ostiale Colliculum übergebogen ist und bis zum Vorderende des Sulcus reicht. Beide Colliculi sind durch eine flache Rinne getrennt, die schon bei geringer Korrosion undeutlich wird. Bei dem vorhandenen unvollständigen Otolithen (Nr. 718, Abb.27/1) ist diese Furche wenigstens noch angedeutet.

Genus *Otophidium* GILL, 1887

Typus-Art: *Genypterus omostigma* JORDAN & GILBERT, 1882

**Otophidium nolfi n. sp.**

Abb. 26/23-26

Holotypus: linke Sagitta Nr. 485/P10, Abb. 26/23.

Paratypen: Nr. 484(P10), 486(P10), 487(P10), Abb. 26/25, 26/24, 26/26.

Locus typicus: Maryland, St. Marys County, St. Marys City, Chancellor Point (loc. 8).

Stratum typicum: Miozän, St. Marys Formation, Windmill Point Member.

Derivatio nominis: Nach Herrn Dr. Dirk NOLF, Otolithenspezialist in Brüssel (Belgien).

Diagnose: Otolithen gestreckt oval, im Längs- und Querschnitt flach bikonvex, ostial gerundet, Caudalende deutlich ausgezogen und zugespitzt. Dorsalrand mit Prä- und Postdorsaleck, dazwischen verläuft er annähernd gerade. Ventralrand regulär konvex. Sulcus flach, eng, gerade, horizontal ausgerichtet, median. Ostium sehr lang, Cauda extrem kurz, fast rudimentär.

Material: 9 Otolithen (P10).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
487(P10)	2,3	1,5	--	1,53	--	Paratypus
486(P10)	2,6	1,65	--	1,56	--	Paratypus
485(P10)	3,2	2,05	0,8	1,56	4,0	Holotypus

Beschreibung: Als Basis der folgenden Beschreibung dient der Adultus Nr. 485/P10 (Abb. 26/23). Der Otolith ist klein, massiv und im Umriß gedrungen oval, durch das deutlich spitz ausgezogene Caudalende nahezu tropfenförmig. Das Dickenwachstum der Außenseite übersteigt deren durch Biegung in der Längsachse hervorgerufene konkave Anlage. So sind Innen- und Außenseite in horizontaler und vertikaler Richtung schließlich konvex gewölbt.

Am Dorsalrand sind Post- und Prädorsaleck gut entwickelt, das Prädorsaleck ist stärker gerundet. Dazwischen verläuft der Dorsalrand etwa gerade und fällt schräg nach hinten zum spitz ausgezogenen Caudalende ab. Der Abfall zum gerundeten Ostialende erfolgt ähnlich schräg. Der Ventralrand bildet einen gleichmäßig flach konvexen Bogen. Nur hinten markiert eine leicht konkave Einbuchtung den Beginn des Caudalendes. Sämtliche Ränder sind ohne Skulptur und glatt.

Der Sulcus liegt recht genau median und horizontal orientiert. Er ist relativ eng, flach und verjüngt sich ostial etwas. Er endet caudal und ostial deutlich vor den Rändern des Otolithen. Sein Dorsalrand verläuft etwa parallel zum Ventralrand. Am Ventralrand bildet ein kleiner Vorsprung nach innen im hintersten Bereich die Andeutung einer Trennung in eine sehr kurze, rudimentäre Cauda und ein sehr langes Ostium. Das flache Colliculum ist ungeteilt und füllt den Sulcus völlig aus. Unter dem Sulcus trennt die scharfe, randnahe Ventralfurche das glatte, etwas gewölbte Ventralfeld vom schmalen Randsaum. Die Ventralfurche setzt sich dorsal fort und grenzt auch hier die glatte, etwas gewölbte Area vom Randbereich ab.

Ontogenie und Variabilität: Frühjuvenile Otolithen (1 Ex.) besitzen einen gleichmäßig ovalen Umriß. Ihnen fehlen noch diagnostisch wichtige Merkmale. Bei mittelgroßen Exemplaren sind die Ecken am Dorsalrand bereits gut ausgebildet und auch die Expansion des Caudalendes nimmt deutliche Formen an. Solche Otolithen sind schon sicher bestimmbar. Bei den Adulten schließ-

lich stellt sich das stärker ausgezogene, relativ spitze Caudalende ein. Das Wachstum insgesamt verläuft allometrisch (das Längenwachstum nimmt stärker zu als das Höhen- und Dickenwachstum). Das zeigt sich in der Zunahme der entsprechenden Indices (OL/OH und OL/OD).

**Diskussion:** Die Gattung *Otophidium* umfaßt nach gegenwärtiger Kenntnis vier valide rezente Arten, wovon drei im tropischen W-Atlantik (*O. dormitator*, *O. omostigmum*, *O. chickcharneyi*) und eine im Ostpazifik (*O. indefatigabile*) vorkommen. Fossile Arten sind bisher nicht publiziert worden. NOLF & STRINGER führen jedoch in einem zum Druck vorliegenden Manuskript zwei Arten aus dem Miozän der Karibik an (*O. robinsi* und *O. robustum*). Beide unterscheiden sich in wesentlichen morphologischen Merkmalen vom vorhandenen Material von *O. nolfi* n. sp. *O. robinsi* ist viel gedrungener, fast kreisförmig im Umriss. Ähnlicher ist *O. robustum*. Diese Otolithen werden dicker (mit deutlich nach hinten verschobener maximaler Dicke der Außenseite) und besitzen u.a. auch ein andersartig gestaltetes Caudalende. Die vorliegenden fossilen Otolithen sind keiner der rezenten Ar-

ten zuzurechnen, deren Otolithen neben einer abweichenden Gesamtform auch einen weiteren Sulcus zeigen. Bei der eng verwandten Gattung *Raneya* ROBINS, 1961 [einzige bekannte Art ist die rezente, westatlantische *Raneya fluminensis* (RIBEIRO, 1903)] wird der Sulcus ebenfalls weiter, und die Cauda im Verhältnis zum Ostium nicht so extrem verkürzt.

Das nachfolgend als *Otophidium* sp. beschriebene Taxon repräsentiert eine weitere fossile Art dieses Formenkreises, ist aber wegen des unzureichenden Materials nicht vernünftig zu typisieren, weshalb eine Benennung unterbleibt. Die Otolithen sind insgesamt gedrungener, in Relation zur Länge dicker, und das Caudalende ist nicht so betont. Der Sulcus ist deutlich kürzer und weiter und die Cauda im Verhältnis zum Ostium nicht ganz so stark reduziert. Diese Kriterien ermöglichen eine sichere Unterscheidung beider Taxa. Der weitere Sulcus und die besser entwickelte Cauda sind Kriterien, die auch für *Raneya* zutreffen. Da kein gutes Material von *Raneya* vorliegt (der von SCHWARZHANS, 1981: Abb. 44 dargestellte Otolith ist von Formalin angegriffen, und die Ränder sind daher stark

## Abb. 27

Abb. 27/1-2: *Otophidium* aff. *lagochila*

1a-c: linke Sagitta Nr. 719(P57), a: Innenseite, b: dorsal, c: ventral; 2a-b: rechte Sagitta Nr. 718(P57), a: Innenseite, b: Querschnitt; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 27/3a-c: "genus aff. *Otophidium*" sp. 2

rechte Sagitta Nr. 516(P20), a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (Piankatank River, Martiau).

Abb. 27/4-9: *Ophidion* aff. *grayi* (FOWLER, 1948)

4a-b: linke Sagitta Nr. 600(P59), a: Innenseite, b: ventral; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Greenville, Greenmill Run). 5a-b: rechte Sagitta Nr. 430(P57), a: Innenseite, b: ventral; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine). 6a-b: linke Sagitta Nr. 544(P20), a: Innenseite, b: ventral; 8: rechte Sagitta Nr. 545(P20), Innenseite; Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (Piankatank River, Martiau). 7: linke Sagitta Nr. 597(P63), Innenseite; 9a-b: linke Sagitta Nr. 596(P63), Innenseite; Eastover Formation (Cobham Bay Member), Virginia (James River, Surry).

Abb. 27/10-14: *Ophidion* aff. *welshi* (NICHOLS & BREDER, 1922)

10a-b: linke Sagitta Nr. 723(P57), a: Innenseite, b: ventral; 12a-b: rechte Sagitta Nr. 721(P57), a: Innenseite, b: ventral; 14: linke Sagitta Nr. 720(P57), Innenseite; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine). 11a-b: rechte Sagitta Nr. 519(P20), a: Innenseite, b: ventral; 13a-b: rechte Sagitta Nr. 518(P20), a: Innenseite, b: ventral; Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (Piankatank River, Martiau).

Abb. 27/15a-b: *Chilara* aff. *taylori* (GIRARD, 1858)

20a-b: linke Sagitta Nr. 595(P62), a: Innenseite, b: ventral; Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (James River, Surry).

Abb. 27/16a-b: "genus aff. *Rissola*" sp.

linke Sagitta Nr. 517(P20), a: Innenseite, b: ventral; Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (Piankatank River, Martiau).

Abb. 27/17-24: "genus aff. *Otophidium*" *lacinius* n. sp.

17: rechte Sagitta Nr. 106(P57), Paratypus, Innenseite; 18: linke Sagitta Nr. 105(P57), Paratypus, Innenseite; 19: rechte Sagitta Nr. 102(P57), Paratypus, Innenseite; 20: linke Sagitta Nr. 99(P57), Paratypus, Innenseite; 21: rechte Sagitta Nr. 103(P57), Innenseite; 22: rechte Sagitta Nr. 101(P57), Paratypus, Innenseite; 23a-c: linke Sagitta Nr. 96(P57), Paratypus, a: Innenseite, b: Außenseite, c: ventral; 24a-c: linke Sagitta Nr. 95(P57), Holotypus, a: Innenseite, b: Außenseite, c: ventral; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

## Fig. 27

Fig. 27/1-2: *Otophidium* aff. *lagochila*

1a-c: left sagitta No. 719(P57), a: inner face, b: dorsal, c: ventral; 2a-b: right sagitta No. 718(P57), a: inner face, b: transversal section; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 27/3a-c: "genus aff. *Otophidium*" sp. 2

right sagitta No. 516(P20), a: inner face, b: ventral, c: outer face; Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (Piankatank River, Martiau).

Fig. 27/4-9: *Ophidion* aff. *grayi* (FOWLER, 1948)

4a-b: left sagitta No. 600(P59), a: inner face, b: ventral; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Greenville, Greenmill Run). 5a-b: right sagitta No. 430(P57), a: inner face, b: ventral; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine). 6a-b: left sagitta No. 544(P20), a: inner face, b: ventral; 8: right sagitta No. 545(P20), inner face; Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (Piankatank River, Martiau). 7: left sagitta No. 597(P63), inner face; 9a-b: left sagitta No. 596(P63), inner face; Eastover Formation (Cobham Bay Member), Virginia (James River, Surry).

Fig. 27/10-14: *Ophidion* aff. *welshi* (NICHOLS & BREDER, 1922)

10a-b: left sagitta No. 723(P57), a: inner face, b: ventral; 12a-b: right sagitta No. 721(P57), a: inner face, b: ventral; 14: left sagitta No. 720(P57), inner face; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine). 11a-b: right sagitta No. 519(P20), a: inner face, b: ventral; 13a-b: right sagitta No. 518(P20), a: inner face, b: ventral; Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (Piankatank River, Martiau).

Fig. 27/15a-b: *Chilara* aff. *taylori* (GIRARD, 1858)

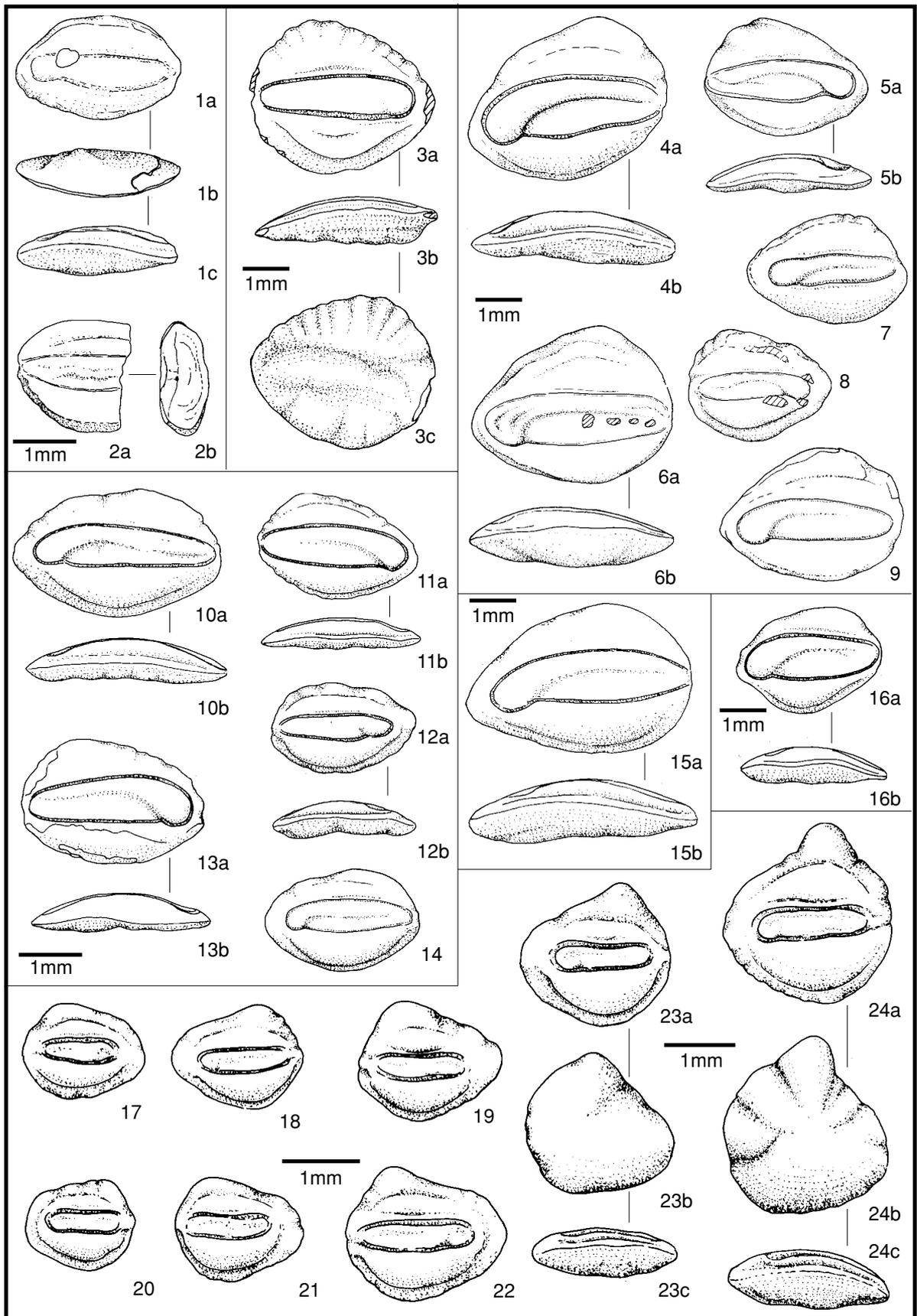
20a-b: left sagitta No. 595(P62), a: inner face, b: ventral; Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (James River, Surry).

Fig. 27/16a-b: "genus aff. *Rissola*" sp.

left sagitta No. 517(P20), a: inner face, b: ventral; Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (Piankatank River, Martiau).

Fig. 27/17-24: "genus aff. *Otophidium*" *lacinius* n. sp.

17: right sagitta No. 106(P57), paratype, inner face; 18: left sagitta No. 105(P57), paratype, inner face; 19: right sagitta No. 102(P57), paratype, inner face; 20: left sagitta No. 99(P57), paratype, inner face; 21: right sagitta No. 103(P57), inner face; 22: right sagitta No. 101(P57), paratype, inner face; 23a-c: left sagitta No. 96(P57), paratype, a: inner face, b: outer face, c: ventral; 24a-c: left sagitta No. 95(P57), holotype, a: inner face, b: outer face, c: ventral; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).



korrodiert), bleiben einige Unsicherheiten in der generischen Bestimmung.

Vorkommen: St. Marys Formation, Windmill Point Member), Maryland.

**"genus aff. *Otophidium* " *gottfriedei* n. sp.**

Taf. 16 Fig. 12

Holotypus: Nr. 125(P25), Taf. 16 Fig. 12.

Paratypen: Nr. 134(P25).

Locus typicus: Virginia, King William County, Pamunkey River bei Farm Townsend, "Devils Hole" (loc. 19).

Stratum typicum: Mitteleozän, Claibornean, Piney Point Formation (Basis Bed A).

Derivatio nominis: nach Mr. Michael Gottfried, Calvert Marine Museum, Solomons (Maryland).

Diagnose: Eine auf Otolithen basierende Art mit kleinen, mäßig dicken Otolithen von länglich ovalem Umriß und  $\pm$  stark ausgezogenem Caudalende. Otolithen in vertikaler und horizontaler Richtung bikonvex. Sulcus ziemlich genau median, relativ eng und flach, horizontal ausgerichtet. Trennung in Ostium und Cauda durch schwache Ecke am Ventralrand des Sulcus angedeutet. Ostium wesentlich länger als Cauda (Lo/Lc von 3,2-4). Colliculi verschmolzen.

Material: 2 Otolithen (P25)

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo/Lc	
134(P25)	1,8	1,3	0,6	1,38	3,0	4,0	Parat.
125(P25)	2,2	1,5	0,55	1,47	4,0	3,2	Holot.

Beschreibung: Der Holotypus besitzt einen länglich ovalen Umriß, mit deutlich ausgezogenem, abgerundeten Caudalende, welches etwas nach ventral verschoben ist. Er ist in Längsrichtung kaum gebogen, Außen- und Innenseite sind sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung etwa gleichmäßig konvex. Den Dorsalrand prägen das abgerundete Prä- und Postdorsaleck, dazwischen verläuft er etwa horizontal und gerade. Der Vorderrand ist stärker konvex gerundet und geht fließend in den regulär konvexen Ventralrand über. Sämtliche Ränder sind glatt. Auf der Außenseite lassen sich einige flache Unebenheiten ausmachen, aber keine stärkere Skulptur.

Der mediane, relativ enge und sehr flache Sulcus überquert die Innenseite in horizontaler Richtung, er endet caudal und ostial mit etwa gleichem Abstand von den Otolithenrändern. Ventral- und Dorsalrand verlaufen etwa parallel, nur caudal biegt der Sulcus etwas in ventraler Richtung ab. Dieser Bereich bildet zugleich die sehr kurze Cauda, deren Grenze zum Ostium eine kleine Ecke am hinteren Ventralrand bildet. Ein sehr flaches, ebenes und ungeteiltes Colliculum füllt den Sulcus völlig aus. Die scharfe Ventrallinie verläuft sehr randnah. Sie trennt den extrem schmalen Randsaum vom gewölbten und glatten Ventralfeld. Die Ventrallinie setzt sich dorsal in einer feineren Linie fort, welche die flach konvexe Area vom dorsalen Randbereich trennt.

Der kleinere Paratypus ist gedrungener und im Verhältnis zur Länge dicker. Auch das Caudalende ist noch nicht so stark betont. Dies sind jedoch üb-

liche Verhältnisse innerhalb einer Wachstumsreihe.

Diskussion: Die Sulcuspomorphologie entspricht schon weitgehend der der Gattung *Otophidium*, die im westatlantischen Neogen artenreich vertreten ist und eine wichtige Rolle in den neritischen Faunen spielt. Die eozänen Otolithen scheinen im Moment den bisher ältesten Nachweis dieses Formenkreises zu repräsentieren.

Vorkommen: Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**"genus aff. *Otophidium* " *lacinius* n. sp.**

Abb. 27/17-24, Taf. 16 Fig. 9-11

1983 Ophidiidae sp. A., FITCH & LAVENBERG: 519-520, Fig. 2F.

Holotypus: Nr. 95(P57), Abb. 27/24, Taf. 16 Fig. 10.

Paratypen: alle in Abb. 27 neben dem Holotypus abgebildeten Otolithen.

Locus typicus: North Carolina, Aurora, Beaufort County, Lee Creek Mine.

Stratum typicum: Pliozän, Yorktown Formation, Rushmere Member.

Derivatio nominis: lat. "lacinia" = Zipfel, nach der zipfelartigen Expansion des Dorsalrandes der Otolithen.

Diagnose: Eine Art der aus der Umgebung von *Otophidium* mit kleinen, sehr massiven und gedrungen ovalen Otolithen. Außenseite stärker konvex, Innenseite flach. Charakteristisch ist die spitz ausgezogene, prädorsale Expansion. Sulcus relativ eng und flach. Eine rudimentäre Cauda ist leicht angedeutet, die Colliculi sind wenigstens dorsal verschmolzen.

Material: 29 Otolithen (P57).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
96(P57)	3,2	3,1	1,0	1,03	3,2	Paratypus
95(P57)	3,9	4,2	1,4	0,93	2,79	Holotypus

Beschreibung: Als Holotypus wurde der größte gut erhaltene Otolith ausgewählt. Trotzdem handelt es sich noch um einen sehr kleinen, dabei aber recht massiven Otolithen mit stark entwickelter, spitz ausgezogener prädorsaler Expansion. In horizontaler Richtung besitzt der Otolith die Anlage einer leichten Biegung. Das Dickenwachstum der Außenseite kompensiert die Biegung und beide Seiten sind konvex gewölbt. Auch in vertikaler Richtung sind beide Seiten konvex, die Außenseite stärker als die Innenseite. Extern ist eine recht kräftige Skulptur aus radial gestellten Wülsten und Furchen ausgebildet. Dorsal sind die Wülste breiter und länger als ventral und sie reichen hier bis zur Mitte der Außenseite. Diese Skulptur induziert eine entsprechend weite, aber flache Wellung der Ränder.

Der Ventralrand spannt einen sehr gleichmäßig konvexen Bogen zwischen Caudal- und Ostialende des Otolithen. Das Ostialende ist breit gerundet, während das Caudalende als deutliche Ecke leicht betont ist. Der Dorsalrand ist ebenfalls gleichmäßig konvex angelegt. Seine reguläre Kontur wird aber durch die starke Ausstülpung der prädorsalen Expansion überprägt, welche weit über den Dorsalrand ragt.

Auf der Innenseite erstreckt sich ein relativ enger, flacher und etwa parallelwandiger Sulcus in horizontaler Richtung und etwa medianer Position. Der Dorsalrand bildet im mittleren Bereich eine schwache Crista superior, sonst sind die Ränder wenig erhaben. Ein flaches, ebenes Colliculum füllt den Sulcus völlig aus. Dessen Ventralrand ist weit hinten etwas eingebuchtet. Auf diese Weise deutet sich die Trennung von Ostium und Cauda an, ohne jedoch durch die Trennung in zwei Colliculi vollzogen zu werden. Diese angedeutete Cauda ist im Verhältnis zum langen Ostium sehr kurz. Über dem Sulcus liegt eine flache, glatte und undeutlich begrenzte Area. Das ebenfalls glatte Ventralfeld unter dem Sulcus ist leicht gewölbt und umfangreich. Die randnahe, feine Ventrallinie trennt es vom schmalen ventralen Randsaum.

**Ontogenie und Variabilität:** Die ontogenetische Entwicklung verläuft sehr deutlich allometrisch. Juvenile Otolithen sind in Relation zur Höhe länger und die prädorsale Expansion ist noch nicht so stark entwickelt. Frühjuvenile Otolithen sind teilweise auch wesentlich reicher skulpturiert, aber flacher, vor allem durch die flachere Innenseite. Während der Ontogenese nimmt vor allem das Höhenwachstum zu, so daß schließlich die gedrungene und hohe Form der Adulti oder Subadulti erreicht wird, mit der stark ausgebauten prädorsalen Expansion. Direkt vergleichbare rezente Formen konnten nicht eruiert werden. Nach der Sulcuspomorphologie ist die Art eng verwandt mit *Otophidium*.

**Diskussion:** Zu dieser Art konnten keine unmittelbar vergleichbaren rezenten Arten ermittelt werden. Die Sulcuspomorphologie ist recht eng an *Otophidium* angelehnt, aber die Otolithenmorphologie entfernt sich deutlich von der der rezenten *Otophidium*-Arten. Vermutlich handelt es sich um eine ausschließlich fossile Gruppe (Gattung?).

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

**"genus aff. *Otophidium*" sp. 1**

Abb. 26/27

Material: 2 Otolithen: P20(1), P57(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
520(P20)	4,75	3,55	1,35	1,34	4,26

**Beschreibung:** Die Beschreibung ist an Otolith Nr. 520 Abb. 26/7) orientiert. Der Otolith ist relativ gedrunen und dick. Er besitzt (nach Verlauf des Ventralrandes) die Anlage einer Biegung in der Längsachse. Das im Verhältnis zur Innenseite überproportionale Dickenwachstum der Außenseite führt jedoch zu einer in horizontaler und vertikaler Richtung bikonvexen Form. Dabei ist die glatte Außenseite gleichmäßig gewölbt, und die größte Dicke des Otolithen liegt etwa in der Mitte der Länge.

Am Dorsalrand sind das Prä- und das Postdorsaleck stumpf gerundet ausgebildet. Zwischen Prä-

und Postdorsaleck fällt der Dorsalrand leicht schräg und ohne deutliche Biegung nach hinten ab. Der Abfall nach vorn zum Vorderrand und nach hinten zum stumpfen Caudalende ist wesentlich steiler. Auch hier ist der Dorsalrand kaum gebogen. Der Vorderrand ist etwa senkrecht abgestutzt. Zwischen Vorderrand und Caudalende spannt der Ventralrand einen gleichmäßig konvexen Bogen. Sämtliche Ränder sind glatt.

Der flache und relativ weite Sulcus liegt etwas supramedian und ist annähernd horizontal ausgerichtet. Sein Dorsalrand verläuft völlig ungliedert und leicht konvex. Am etwa geraden Ventralrand bildet weit hinten eine kleine Ecke die Grenze zwischen der sehr kurzen Cauda und dem Ostium. Die Länge der Cauda erreicht nur etwa 1/5 des gesamten Sulcus. Sie ist gegenüber dem Ostium ventral etwas erweitert, wodurch die begrenzende Ecke am Ventralrand des Sulcus noch etwas betont wird. Von hier aus läuft im Sulcus eine schwache Furche schräg nach vorn und oben und wird im dorsalen Bereich sehr undeutlich. Eine weitere schwache Furche zweigt etwa auf halber Sulcushöhe ab und ist nach vorn gerichtet. Im ventralen Bereich ist damit das ostiale Colliculum vom caudalen Colliculum gut abgesetzt, während die Verhältnisse dorsal nicht mehr eindeutig sind. Somit ist unklar, ob die nach vorn gerichtete schwache Furche die Grenze zwischen dem ostialen und einem dorsal weit übergebogenen caudalen Colliculum bildet, oder die schräg nach oben gerichtete Furche. Dann wäre das caudale Colliculum weit weniger über das ostiale gebogen. Diese Strukturen sind leider so fein, daß sie schon bei geringer Korrosion nicht mehr eindeutig zu verfolgen sind.

Unter dem Sulcus wird die leicht gewölbte, glatte Ventralfläche von einer mäßig randnahen Ventrallinie gegen den ebenfalls glatten ventralen Randsaum begrenzt. Die Area über dem Sulcus ist ebenfalls glatt und wenig gewölbt. Eine feine Linie bildet die Grenze zum dorsalen Randbereich.

**Diskussion:** Siehe unter *Otophidium nolfi* n. sp.

**Vorkommen:** Yorktown Formation, North Carolina und Virginia.

**"genus aff. *Otophidium*" sp. 2**

Abb. 27/3

Material: 1 Otolith (P20).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
516(P20)	5,4	4,5	1,4	1,2	3,86

**Beschreibung:** Nur ein Otolith liegt von diesem Taxon vor. Der Otolith besitzt einen sehr gedrunen rundlich-eiförmigen Umriß. Da sowohl Dorsal- als auch Ventralbereich etwa gleichartig gestaltet sind, ergibt sich daraus eine bilaterale Symmetrie in Richtung Längsachse. In horizontaler Richtung ist der Otolith gebogen, mit deutlich kon-

kaver Anlage der Außenseite. Diese zeigt jedoch im Verhältnis zur Innenseite ein überproportionales Dickenwachstum, so daß die konkave Anlage mehr als ausgeglichen wird. Dabei ist die Zone größte Dicke auffällig weit nach hinten verlagert und befindet sich kurz vor dem Caudalende. Von hier aus fällt die Oberfläche der Außenseite steil zum Caudalende ab, während sie nahezu gerade nach vorn zum Vorderrand führt. Dies ist in Ventralansicht sehr deutlich zu erkennen. Die erwähnten Verhältnisse beziehen sich jedoch nur auf eine zentrale, verdickte Zone, welche die Außenseite horizontal und etwa median überquert. Darunter und darüber ist die Außenseite wesentlich flacher und konkav gebogen. Von den Rändern ziehen flache Furchen auf der Außenseite nach innen. Sie enden etwa an der verdickten zentralen Zone und korrespondieren mit den flachen Einkerbungen der Ränder. Die Innenseite ist in vertikaler und horizontaler Richtung konvex.

Der Dorsalrand und der Ventralrand sind sehr gleichartig konvex gebogen und bei beiden ist die maximale Ausbiegung weit nach vorn verschoben. Beide Ränder sind flach und mehr oder weniger deutlich gewellt, besonders deutlich der vordere Dorsalrand. Der Vorderrand ist nur mäßig konvex, das Caudalende kaum besonders betont oder abgesetzt. Der Sulcus liegt genau median und ist horizontal orientiert. Er ist relativ weit und sehr flach. Sein Dorsalrand ist leicht konvex gebogen und fällt nach vorn etwas ab. Dies bewirkt eine leichte Einengung des Sulcus nach vorn. Der Ventralrand verläuft sehr gerade. Eine nur ganz leicht angedeutete Einengung hinten am Ventralrand deutet die Trennung eines ostialen und eines caudalen Abschnittes an, wobei der caudale Bereich sehr kurz ist und nur knapp 20% der gesamten Sulcuslänge erreicht. Ostiales und caudales Colliculum sind nicht getrennt, vielmehr füllt ein einheitliches, dünnes und flaches Colliculum den gesamten Sulcus aus. Die Ventrallinie verläuft in etwas größerer Distanz zum Ventralrand. Das Ventralfeld ist schwach gewölbt und glatt. Dorsal sehen die Verhältnisse sehr ähnlich aus. Hier trennt eine feine Linie die Area vom dorsalen Randbereich. Im vorderen Teil greifen die Furchen des Randbereichs auf die Oberfläche der Area über, sonst bleibt sie glatt.

**Diskussion:** Der Otolith kann nach Literaturübersicht keiner bisher rezent bekannten Gattung zugeordnet werden. Auf der Basis der Sulcus-Morphologie bestehen die meisten Beziehungen zur Gattung *Otophidium*, weshalb er mit Vorbehalt in die Nähe dieser Gattung gestellt wird. Die Aufstellung einer neuen Art verbietet sich aufgrund des spärlichen Materials.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (Piankatank River).

### **Subfamilia Neobythitinae R ADCLIFFE, 1913**

#### **Tribus Sirembini G ILL, 1863**

**Diskussion:** Im atlantischen Paläogen der USA bilden die Sirembini einen quantitativ sehr wichtigen, artenreichen Anteil der neritischen Faunen. Sie sind hier stärker vertreten als in Faunen des europäischen Paläogens. Von SCHWARZHANS (1980) wurden für einzelne Gruppen fossile Gattungen errichtet. Da ich in der vorliegenden Arbeit konsequent auf die Verwendung fossiler Gattungen rein auf Otolithenbasis verzichte, ordne ich die Taxa nach morphologischen Gesichtspunkten in Artengruppen an.

#### **convexus -Gruppe**

**Charakteristik:** Die kleinen, dicken Otolithen sind in horizontaler und vertikaler Richtung bikonvex gewölbt sowie ostial und caudal mehr oder weniger deutlich zugespitzt. Der Sulcus ist mäßig weit und etwas sigmoidal geschwungen, mit einer deutlichen, breiten Einbuchtung des Ventralrandes. Das caudale Colliculum ist weit über das ostiale übergebogen und reicht dorsal bis an das ostiale Ende des Sulcus. Zu dieser Gruppe stelle ich neben "genus Sirembinorum" *convexus* (STINTON, 1977) aus dem Mitteleozän Europas "genus Sirembinorum" *crassus* n. sp. aus der Piney Point Formation von Virginia.

#### **"genus Sirembinorum" crassus n. sp.**

Abb. 28/3-18, Taf. 16 Fig. 13-14

**Holotypus:** Nr. 1015(P25), Taf. 16 Fig. 14.

**Paratypen:** 436(P68), 437(P68), 559(P25), 435(P68), 434(P25), 444(P25), 560(P25), 564(P25), 439(P67), 445(P25), 561(P25), 446(P25), 562(P25), 565(P25) und 443(P25), Abb. 28/3-18.

**Locus typicus:** Virginia, Hanover County, Pamunkey River bei Farm Horseshoe (loc. 24).

**Stratum typicum:** Mitteleozän, Piney Point Formation, Bed B.

**Derivatio nominis:** Lat. "crassus" = dick, nach den für ihre Größe sehr dicken Otolithen.

**Diagnose:** Otolithen klein, gedrungen oval, caudal etwas verjüngt, Caudalende meist deutlich zugespitzt, Ostialende etwas stumpfer. Otolithen in horizontaler und vertikaler Richtung bikonvex, Innenseite etwas stärker konvex als Außenseite. Sulcus relativ eng und deutlich geschwungen, suprmedian, Cauda bei Adulti etwas länger als Ostium, hinten leicht abwärts gebogen. Dorsalrand des Sulcus vor der Mitte leicht konkav bis annähernd gerade. Ventralrand mit breiter medianer Einbuchtung. Caudales Colliculum bis zum Vorderende des Sulcus dorsal über das ostiale Colliculum gebogen. Beide trennt eine kräftige Furche.

**Material:** 441 Otolithen: P27(3), P25(199), P32(7), P33(12), P34(22), P38(17), P41(22), P42(69), P43(2), P66(29), P67(12), P68(47).

**Aufbewahrung:** SI Washington, SM Frankfurt.

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
445(P25)	2,4	1,5	1,1	1,60	2,18	Paratypus
443(25)	2,7	1,6	0,9	1,69	3,0	Paratypus

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
559(P25)	2,7	1,7	1,1	1,59	2,45	Paratypus
560(P25)	2,9	1,9	1,1	1,53	2,64	Paratypus
						Holotypus

**Beschreibung:** Die kleinen und sehr massiven Otolithen gehören mit zu den häufigsten Taxa der Piney Point Formation. Sie besitzen einen etwa tropfenförmigen Umriß mit gerundetem Ostial- und mehr oder weniger deutlich zugespitztem Caudalende. Die Otolithen sind in der Längsachse nicht gebogen und zeigen auch nicht die Anlage einer Biegung. Die Außen- und die Innenseite sind sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung deutlich konvex gewölbt, die Innenseite in der Regel noch stärker als die Außenseite. Die gewölbte Innenseite ist scharf gegen die Ränder abgesetzt. Ventral fällt dies mit dem Ventralrand der Otolithen zusammen. Dorsal bleibt über diesem Absatz noch ein mehr oder weniger breiter Randsaum. Die stärkste Wölbung der Außenseite liegt über der Mitte der Längsachse. Der darunter folgende ventrale Bereich ist flach. Dadurch ist der Dorsalrand dick und gerundet, der Ventralrand hingegen relativ dünn und scharf.

Der Dorsalrand zeigt zwei mehr oder weniger deutlich ausgebildet, stumpf gerundete Ecken, wobei das Prädorsaleck häufig zu einer kräftigen und etwas irregulären Erhebung ausgebaut ist. Je Ausbildung dieser prädorsalen Erhebung fällt der Dorsalrand von hier aus mehr oder weniger schräg zum Postdorsaleck ab, dabei häufig etwas konkav eingebuchtet. Vom Postdorsaleck zum Caudalende ist der Abfall deutlich steiler und der Verlauf des Dorsalrandes schwankt zwischen gerade und leicht konvex, dabei zuweilen auch etwas wellig. Zwischen Prädorsaleck und Vorderende der Otolithen ist der kurze Abschnitt des Dorsalrandes schräg nach unten gerichtet und dabei meist leicht konkav eingebogen. Der Ventralrand ist stark konvex. Die stärkste Biegung liegt häufig etwas vor der Mitte. Der hintere Teil des Ventralrandes steigt schräg zum Caudalende an und verläuft dabei ziemlich gerade, manchmal auch etwas konkav eingedellt. Der vordere Teil ist gleichmäßiger konvex gebogen. Insgesamt entsteht dadurch ein mehr oder weniger deutlich asymmetrisches Bild.

Der Sulcus liegt suprmedian und ist etwa horizontal ausgerichtet. Er ist relativ eng und sehr flach, mit wenig scharf markierten Rändern. Eine breite, deutlich nach innen vorspringende Ecke am Ventralrand trennt das Ostium von der etwas längeren Cauda. Das Hinterende der Cauda ist leicht abwärts gebogen und erweitert sich hier noch etwas. Über der Ecke des Ventralrandes oder etwas davor ist der Dorsalrand meist leicht konkav eingebogen. Von der Ecke des Ventralrandes zieht sich eine deutliche Furche im Bogen nach vorn bis zum ostialen Ende des Sulcus. Sie trennt das ostiale vom caudalen Colliculum. Dabei ist das caudale Colliculum nach vorn bis zum Ostialrand des Sulcus über das ostiale Colliculum übergebogen. Das

ostiale Colliculum besitzt einen linsenförmigen Umriß. Beide Colliculi sind sehr dünn und flach. Sie bedecken den Boden des gesamten Sulcus. Unter dem Sulcus liegt eine umfangreiches, gewölbt und glattes Ventralfeld. Eine relativ randnahe Ventralinie begrenzt das Ventralfeld gegen den ventralen, ebenfalls glatten Randsaum.

**Ontogenie und Variabilität:** Auf der Basis eines sehr umfangreichen Materials läßt sich eine gewisse Variabilität morphologischer Merkmale beobachten. Der Ventralrand kann gleichmäßig konvex gebogen sein, aber auch eine deutliche Ecke bilden. Am Dorsalrand sind die Prä- und Postdorsalecke, sowie der Ausbau der prädorsalen Region unterschiedlich stark ausgebildet. Der Sulcus kann etwas weiter oder enger sein. Die Variabilität hält sich insgesamt jedoch in recht engen Grenzen und die Art ist sehr sicher von den anderen vergleichbaren Sirembini-Taxa abzugrenzen.

**Diskussion:** Von der nächstverwandten Art "genus Sirembinorum" *convexus* (STINTON, 1977) aus dem europäischen Miozän unterscheiden sich vorliegende Otolithen durch etwas abweichenden Umriß, größere Dicke und stärker gebogene Cauda.

**Vorkommen:** Nanjemoy Formation (Woodstock Member), Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

### **elevatus-Gruppe**

**Charakteristik:** Otolithen dieser Gruppe stehen morphologisch der *convexus*-Gruppe sehr nahe. Der Sulcus ist jedoch weiter und nicht so stark geschwungen. Die Otolithen nähern sich darin schon stärker denen von *Siremba* an. Neben "genus Sirembinorum" *elevatus* kann man noch "genus Sirembinorum" *ringeadi* NOLF, 1980 zur gleichen Gruppe stellen (Obereozän von Europa).

### **"genus Sirembinorum" elevatus (KOKEN, 1888)**

- \* 1888 *Otolithus (Gadidarum) elevatus* KOKEN: 290, Taf. 18 Fig. 4-5.
- 1929 *Otolithus (Gadidarum) elevatus*, - CAMPBELL: 273, Taf. 29 Fig. 4-5.
- 1980 "genus aff. *Siremba*" *elevatus*, - NOLF: 111-112, Taf. 17 Fig. 5.
- 1981 *Joenielsenia elevata*, - SCHWARZHANS: 72-73, 80, Abb. 23.
- 1985 "genus aff. *Siremba*" *elevatus*, - NOLF: 66.

**Vorkommen:** Eozän (Claibornean), Alabama?.

### **"genus Sirembinorum" aff. elevatus (KOKEN, 1888)** Abb. 28/1-2

- aff. 1888 *Otolithus (Gadidarum) elevatus* KOKEN: 290, Taf. 18 Fig. 4-5.

Material: 3 Otolithen: P25(1), P38(1), P68(1).

Maße (in mm):

Numer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
563(P25)	2,7	1,9	1,2	1,42	2,25
433(P68)	3,1	2,1	1,2	1,48	2,58

**Beschreibung:** Die kleinen, sehr massiven Otolithen von *J. aff. elevata* ähneln in ihrer Gesamtform sehr denen von *Preophidium petropolis*. Wichtigster Unterschied ist die Sulcus-Morphologie. Der ebenfalls sehr flache Sulcus ist wesentlich weiter. Er wird durch eine nur sehr schwach nach innen vorspringende Ecke seines Ventralrandes in Ostium und Cauda unterteilt. Beide Abschnitte sind genau gleichlang. Das caudale Colliculum ist ebenfalls sehr weit über das ostiale gebogen. Es reicht mit einem schmalen, dorsalen Zipfel bis an den Ostialrand des Sulcus.

**Diskussion:** Die Otolithen stehen in ihrer Sulcus-Morphologie zwischen den Gruppen mit schmalen Sulcus (z. B. "genus Sirembinorum" *granus* n. sp. oder "genus Sirembinorum" *petropolis* (DANTE & FRIZZELL, 1965) und solchen von Gattungen mit sehr weitem Sulcus (z.B. *Siremba* BLEEKER, 1858 oder *Petrotyx* HELLER & SNODGRASS, 1903).

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion); Eozän (Claibornean), Alabama?

### tumidus -Gruppe

**Charakteristik:** Otolithen dieser Gruppe sind recht gestreckt und caudal deutlich zugespitzt. Die Außenseite bleibt merklich weniger stark konvex als die Innenseite. Der Sulcus entspricht etwa dem der *convexus*-Gruppe, ist aber entsprechend der gesamten Otolithenmorphologie noch etwas gestreckter. Zu dieser Gruppe, von SCHWARZHANS (1981) zur Gattung *Nolfophidion* zusammengefaßt, werden mehrere Arten gestellt (Paläogen von Europa, Neuseeland, Australien und USA).

### "genus Sirembinorum" *granus* n. sp.

Abb. 28/19-20, Taf. 16 Fig. 15

Holotypus: Nr. 7/P25, Abb. 28/19.

Paratypus: Nr. 205/P38, Abb. 28/20

Locus typicus: Virginia, King William County, Farm Townsend am Pamunkey River, "Devils Hole", (loc. 19).

Stratum typicum: Mitteleozän, Claibornean, Piney Point Formation (basaler Bereich von Bed A).

### Abb. 28

Abb. 28/1-2: "genus Sirembinorum" aff. *elevatus* (KOKEN, 1888)

1a-b: rechte Sagitta Nr. 433(P68), a: Innenseite, b: ventral; 2a-c: rechte Sagitta Nr. 563(P25), a: Innenseite, b: ostial, c: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 28/3-18: "genus Sirembinorum" *crassus* n. sp.

3a-b: rechte Sagitta Nr. 560(P25), a: Innenseite, b: ventral; 4a-b: linke Sagitta Nr. 435(P68), a: Innenseite, b: ventral; 5: juvenile linke Sagitta Nr. 439(P67), Innenseite; 6: juvenile linke Sagitta Nr. 562(P25), Innenseite; 7: rechte Sagitta Nr. 561(P25), Innenseite; 8a-b: rechte Sagitta Nr. 444(P25), a: Innenseite, b: ventral; 9: rechte Sagitta Nr. 564(P25), a: Innenseite, b: ostial, c: ventral; 10a-b: linke Sagitta Nr. 445(P25), a: Innenseite, b: ventral; 11a-b: linke Sagitta Nr. 559(P25), a: Innenseite, b: ventral; 12: linke Sagitta Nr. 437(P68), Innenseite; 13: rechte Sagitta Nr. 565(P25), Innenseite; 14: rechte Sagitta Nr. 436(P68), Innenseite; 15: rechte Sagitta Nr. 434(P25), Innenseite; 16: rechte Sagitta Nr. 564(P25), Innenseite; 17: linke Sagitta Nr. 446(P25), Innenseite; 18: linke Sagitta Nr. 558(P25), Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 28/19-20: "genus Sirembinorum" *granus* n. sp.

19a-e: rechte Sagitta Nr. 7(P25), Holotypus, a: Außenseite, b: ventral, c: dorsal, d: ostial, e: Innenseite; 20: rechte Sagitta Nr. 205(P38), Paratypus, Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 28/21-23: "genus Neobythitarum" *virginicus* n. sp.

21: juvenile linke Sagitta Nr. 547(P68), Paratypus, Innenseite; 22a-c: rechte Sagitta Nr. 123(P25), Holotypus, a: Innenseite, b: Außenseite, c: ventral, 23a-c: linke Sagitta Nr. 140(P38), Paratypus, a: Innenseite, b: Außenseite, c: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 28/24-27 "genus Sirembinorum" *pamunkeyanus* n. sp.

24a-d: rechte Sagitta Nr. 557(P33), Paratypus, a: Innenseite, b: Außenseite, c: ventral, d: dorsal, 25a-b: rechte Sagitta Nr. 432(P68), Holotypus, a: Innenseite, b: ventral; 26: rechte Sagitta Nr. 204(P38), Innenseite; 27a-b: linke Sagitta Nr. 441(P34), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 28/28a-b: "genus Sirembinorum?" sp.

linke Sagitta Nr. 142(P27), a: Innenseite, b: ventral; Nanjemoy Formation (Woodstock Member), Virginia (Pamunkey River Sektion).

### Fig. 28

Fig. 28/1-2: "genus Sirembinorum" aff. *elevatus* (KOKEN, 1888)

1a-b: rechte sagitta No. 433(P68), a: inner face, b: ventral; 2a-c: rechte sagitta No. 563(P25), a: inner face, b: ostial, c: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 28/3-18: "genus Sirembinorum" *crassus* n. sp.

3a-b: right sagitta No. 560(P25), a: inner face, b: ventral; 4a-b: left sagitta No. 435(P68), a: inner face, b: ventral; 5: juvenile left sagitta No. 439(P67), inner face; 6: juvenile left sagitta No. 562(P25), inner face; 7: right sagitta No. 561(P25), inner face; 8a-b: right sagitta No. 444(P25), a: inner face, b: ventral; 9: right sagitta No. 564(P25), a: inner face, b: ostial, c: ventral; 10a-b: left sagitta No. 445(P25), a: inner face, b: ventral; 11a-b: left sagitta No. 559(P25), a: inner face, b: ventral; 12: left sagitta No. 437(P68), inner face; 13: right sagitta No. 565(P25), inner face; 14: right sagitta No. 436(P68), inner face; 15: right sagitta No. 434(P25), inner face; 16: right sagitta No. 564(P25), inner face; 17: left sagitta No. 446(P25), inner face; 18: left sagitta No. 558(P25), inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 28/19-20: "genus Sirembinorum" *granus* n. sp.

19a-e: right sagitta No. 7(P25), holotype, a: outer face, b: ventral, c: dorsal, d: ostial, e: inner face; 20: right sagitta No. 205(P38), paratype, inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 28/21-23: "genus Neobythitarum" *virginicus* n. sp.

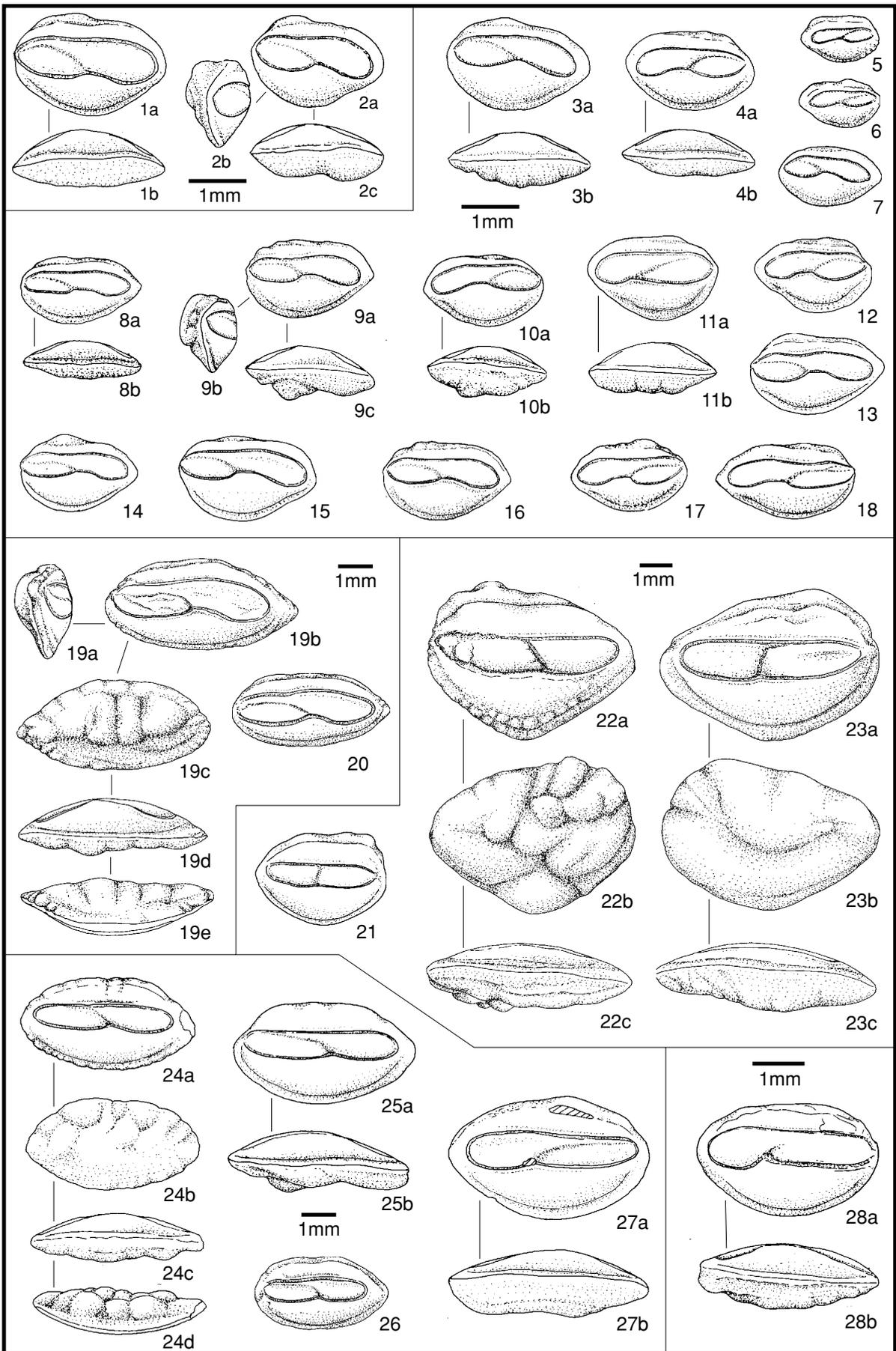
21: juvenile left sagitta No. 547(P68), paratype, inner face; 22a-c: right sagitta No. 123(P25), holotype, a: inner face, b: outer face, c: ventral, 23a-c: left sagitta No. 140(P38), paratype, a: inner face, b: outer face, c: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 28/24-27 "genus Sirembinorum" *pamunkeyanus* n. sp.

24a-d: right sagitta No. 557(P33), paratype, a: inner face, b: outer face, c: ventral, d: dorsal, 25a-b: right sagitta No. 432(P68), holotype, a: inner face, b: ventral; 26: right sagitta No. 204(P38), inner face; 27a-b: left sagitta No. 441(P34), paratype, a: inner face, b: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 28/28a-b: "genus Sirembinorum?" sp.

Left sagitta No. 142(P27), a: inner face, b: ventral; Nanjemoy Formation (Woodstock Member), Virginia (Pamunkey River section).



**Derivatio nominis:** Von lat. "granum" = Korn, nach der Form eines Getreidekornes.

**Diagnose:** Otolithen sehr schlank, ostial gerundet, caudal schärfer zugespitzt, dick. Innenseite in horizontaler Richtung stark konvex, Außenseite nur schwach konvex. In vertikaler Richtung Außenseite stärker konvex als Innenseite. Sulcus relativ lang und schmal, wenig geschwungen. Ostium kaum erweitert, etwa genauso lang wie Cauda. Caudales Colliculum dorsal bis zum Vorderrand über ostiales übergebogen.

**Material:** 11 Otolithen: P25(4), P33(1), P34(1), P41(1), P42(2), P43(1), P66(1).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
205(P38)	4,6	2,1	--	2,20	--	Paratypus
07(P25)	5,6	2,6	1,7	2,15	3,29	Holotypus

**Beschreibung:** Die Beschreibung ist am sehr gut erhaltenen Holotypus orientiert. Dieser Otolith besitzt einen gestreckt spindelförmigen Umriss, mit deutlich zugespitztem Caudalende und weniger scharf akzentuierendem Ostialende. Die Anlage einer konkaven Außenseite durch Biegung in der Längsachse ist durch sehr starkes Dickenwachstum beseitigt, so daß die Außenseite horizontal leicht konvex ist, mit einigen Erhebungen. Die Innenseite ist in beiden Richtungen konvex. Die stärkste Wölbung der Außenseite liegt über der Mittelachse und wird ventral von einer flachen Zone begleitet. Das ergibt einen sehr charakteristischen Otolithen-Querschnitt mit einem stark verdickten dorsalen Bereich und einem deutlich abgesetzten, dünnen Ventralbereich. Dementsprechend ist der Dorsalrand breit gerundet, der Ventralrand schmal und scharf. Die verdickte Zone der Außenseite ist durch vertikale Depressionen in einzelne flache, buckelartige Erhebungen aufgegliedert.

Am Dorsalrand sind Post- und Prädorsaleck stumpf angedeutet. Zwischen beiden Ecken verläuft er etwa gerade und horizontal. Vom Postdorsaleck führt der Dorsalrand schräg nach hinten zum Caudalende, unter leicht welligem Verlauf. Der Abfall nach vorn vom Prädorsaleck ist kürzer, steiler und ebenfalls leicht undulös. Der glatte Ventralrand beschreibt einen relativ gleichmäßig konvexen Bogen zwischen Caudal- und Ostialende des Otolithen.

Die Innenseite wird von einem flachen, aber relativ weiten Sulcus überquert, der ostial bis an den Vorderrand reicht. Er liegt deutlich supramedian und ist leicht gebogen. Dabei ist der Dorsalrand leicht sigmoidal geschwungen. Am insgesamt konkav gebogenen Ventralrand springt etwa in der Mitte der Länge eine deutliche Ecke nach innen. Hier erfolgt die Trennung zwischen Ostium und Cauda. Zugleich ist der Sulcus hier am engsten. Die Cauda erweitert sich hinten wieder deutlich, vor allem in ventraler Richtung.

Flache und ebene Colliculi füllen den Sulcus völlig aus. Beide Colliculi werden von einer deutlichen Furche abgegrenzt, die sich von der ventralen Ecke des Collums bis nach vorn zum Ostialrand des Sulcus erstreckt. Dadurch ist das caudale Colliculum auf der ganzen Länge über das ostiale Colliculum übergebogen und reicht bis zum ostialen Ende des Sulcus. Es bleibt hier deutlich schmaler als das ostiale Collicu-

lum.

Unter dem Sulcus erstreckt sich eine niedrige, lange Ventralfläche. Sie ist gewölbt und glatt. Die schwache, randnahe Ventrallinie trennt sie vom schmalen Randsaum. Dorsal ist ein glatter Zentralbereich deutlich gegen einen Randsaum abgegrenzt. Auf Letzteren greift wenigstens im Caudalabschnitt die Skulptur des Randes über.

**Diskussion:** Zur gleichen Gruppe (*Nolfophidion* bei SCHWARZHANS, 1981) können die folgenden, ausschließlich fossilen Arten gestellt werden: *refertus* (STINTON, 1957), Oligozän von Australien; *obesus* GRENFELL, 1984, Untermiozän von Neuseeland und *tumidus* (NOLF, 1973) aus dem Mitteleozän Westeuropas. Eine weitere Nennung der Gruppe aus dem Eozän von Neuseeland erfolgte in offener Nomenklatur (SCHWARZHANS, 1980). Die australisch-neuseeländischen Arten sind wesentlich gedrungener und kompakter und besitzen einen deutlicher geschwungenen Sulcus. Ähnliches trifft auch für *tumidus* zu. Die Gruppe erreichte im Eozän weltweite Verbreitung. Während aus dem Atlantik keine posteozeänen Vertreter bekannt wurden, persistierte die Gattung im südaustralisch-neuseeländischen Raum bis in das Miozän.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

### ***petropolis*-Gruppe**

**Charakteristik:** Otolithen dieser Gruppe besitzen mäßig dicke, gedrungene ovale Otolithen mit mehr oder weniger spitzem Caudalende. Der Sulcus bleibt vergleichsweise sehr eng und gerade. Zu dieser Gruppe stelle ich "genus *Sirembinorum*" *petropolis* und "genus *Sirembinorum*" *pamunkeyanus* n. sp. Von DANTE & FRIZZELL (1965) wurde für *petropolis* die fossile Gattung *Preophidion* aufgestellt.

### **"genus *Sirembinorum*" *petropolis* DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE, 1965**

\*1965 *Preophidion petropolis* DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE: 713-714, Taf. 86 Fig. 34, 39.

1980 "genus aff. *Sirembinorum*" *petropolis*.- NOLF: 137.

1981 *Preophidion petropolis*.- SCHWARZHANS: 80.

1985 "genus aff. *Sirembinorum*" *petropolis*.- NOLF: 66.

**Vorkommen:** Mitteleozän (Claibornean, Weches Fm. und Wheelock Fm.), Texas.

### **"genus *Sirembinorum*" *pamunkeyanus* n. sp.**

Abb. 28/24-27

**Holotypus:** Rechte Sagitta Nr. 432(P68), Abb. 28/25.

**Paratypen:** Otolithen Nr. 557(P33), 441(P25) und 204(P38), Abb. 28/24, 28/27, 28/26.

**Locus typicus:** Virginia, Hanover County, Pamunkey River bei Farm Horseshoe (loc. 24).

**Stratum typicum:** Mitteleozän, Piney Point Formation, Bed B.

**Derivatio nominis:** Nach dem Pamunkey River in Virginia.

**Diagnose:** Otolithen langoval im Umriß, durch ähnlich gestaltetes Caudal- und Ostialende fast bilateral-symmetrisch. Quer- und Längsschnitt bikonvex. Ventralrand gleichmäßig konvex gebogen, Dorsalrand flach konvex bis fast gerade. Sulcus eng, flach, gerade, horizontal ausgerichtet in leicht supramedianer Position. Ostium etwas kürzer als Cauda, nicht erweitert. Die Grenze Ostium-Cauda markiert eine leichte Ecke am Ventralrand des Sulcus. Dorsales Colliculum weit über ostiales übergebogen, beide Colliculi trennt eine schwache, diagonal nach vorn-dorsal gerichtete Furche.

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
204(P38)	3,8	2,1	--	1,81	--	Paratypus
432(P68)	3,7	2,1	1,2	1,76	3,08	Holotypus
441(P34)	4,0	2,5	1,3	1,60	3,08	Paratypus

**Beschreibung:** Die Otolithen dieser Art ähneln im Umriß denen von "genus Sirembinorum" *granus* n. sp., sind aber etwas gedrungener und höher als diese (siehe Relationen in Maßtabelle). Das Caudalende ist weniger stark ausgezogen und zugespitzt. Sie zeigen die Anlage einer leichten Biegung in der Längsachse. Das Dickenwachstum der Außenseite gleicht deren konkave Anlage aus, so daß sie in horizontaler Richtung leicht konvex gewölbt ist, dabei gegliedert durch einige Buckel und Depressionen. Die Innenseite ist ziemlich stark und gleichmäßig konvex gewölbt. In vertikaler Richtung sind beide Seiten konvex.

Am Dorsalrand sind das Prä- und das Postdorsaleck stumpf gerundet, aber gut zu erkennen. Zwischen beiden verläuft der Dorsalrand annähernd gerade und horizontal, zuweilen auch etwas konkav eingebuchtet. Zum Caudal- und Ostialende des Otolithen fällt der Dorsalrand schräg ab und verläuft dabei ebenfalls ziemlich gerade. Eine Skulptur ist am Dorsalrand nicht entwickelt. Der ebenfalls glatte Ventralrand verbindet Caudal- und Ostialende im gleichmäßig konvexen Bogen. Das Caudalende ist relativ kurz und stumpf.

Die Innenseite ist gewölbt und scharf gegen die Ränder abgesetzt. Sie wird vom horizontal orientierten und etwas supramedian liegenden Sulcus überquert. Der Sulcus ist relativ eng und sehr flach. Seine Ränder sind nur schwach erhöht, ohne Bildung deutlicher Cristae. Er reicht vorn bis dicht an den Vorderrand und endet hinten abgerundet etwas vor dem Hinterrand. Der Dorsalrand des Sulcus verläuft horizontal und annähernd gerade. Der Ventralrand hingegen zeigt etwas hinter der Mitte eine kleine, nach innen gerichtete Ecke, die das Ostium von der etwas kürzeren und hinten nicht erweiterten Cauda trennt. Von dieser Ecke zieht sich eine feine Furche schräg nach vorn und oben. Sie verläuft im vorderen Teil des Ostiums dicht am Dorsalrand und reicht bis zum ostialen Ende des Sulcus. Sie trennt das ostiale vom caudalen Colliculum, wobei das caudale Colliculum mit einem sehr schmalen Streifen dorsal bis zum Ostialende

über das ostiale Colliculum übergebogen ist. Beide Colliculi sind sehr flach und eben. Sie füllen den Sulcus völlig aus. Eine feine und relativ randnahe Ventrallinie trennt das gewölbte und glatte Ventralfeld vom Randsaum.

**Ontogenie und Variabilität:** Die Variabilität der Otolithen dieser Art hält sich in engen Grenzen. Einige kleine Schwankungen betreffen vor allem den Dorsalrand. Hier können das Prä- und das Postdorsaleck mehr oder weniger deutlich ausgebildet sein. Zwischen beiden Ecken kann der Dorsalrand leicht konvex bis leicht konkav verlaufen. Auch die Skulptur der Außenseite kann mehr oder weniger stark entwickelt sein. Insgesamt sind dies aber nur sehr geringe Abweichungen, und die Otolithen sind sowohl in den Proportionen als auch in der Ausbildung des Sulcus nur sehr geringen Schwankungen unterworfen. Zu den anderen hier beschriebenen Sirembini-Taxa vermittelnde Varianten sind nicht vertreten, so daß sich die Art sehr gut abgrenzen läßt.

**Diskussion:** Eine nahestehende Art ist "genus Sirembinorum" *petropolis* aus dem Mitteleozän der Golfküste. Die Art ist nach der Ikonographie kaum zu interpretieren, denn der abgebildete Paratypus ist stärker erodiert, zeigt aber einen stärker geschwungenen Sulcus (wie "genus Sirembinorum" *crassus* n. sp.). Von NOLF wurde der Holotypus untersucht (bisher unveröffentlichte Zeichnung). Danach ist der Sulcus des Holotypus sehr eng und wenig geschwungen, ähnlich wie bei der vorliegenden Art. Das übergebogene caudale Colliculum reicht aber dorsal nicht so weit nach vorn und das spitze Caudalende ist stärker betont.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

### "genus Sirembinorum" ? sp.

Abb. 28/28

**Material:** 1 Otolith (P27).

**Diskussion:** Der Otolith ähnelt im Umriß und dem gestreckten, kaum geschwungenen Sulcus "genus Sirembinorum" *pamunkeyanus* n. sp. Allerdings ist der Sulcus weiter, die Cauda kürzer und etwas deutlicher ventral erweitert. Der Ansatz einer Furche, die das übergebogene caudale Colliculum vom ostialen Colliculum trennt, ist noch zu erkennen. Für die Beobachtung feinerer Details ist der Otolith zu stark korrodiert. Die erkennbaren Sulcusmerkmale sind nicht sehr typisch für Sirembini, und der Otolith vermittelt darin vielleicht etwas zu den Lepophidiini. Eine tiefergehende Analyse erfordert jedoch besseres Material.

**Vorkommen:** Eozän, Nanjemoy Formation (Woodstock Member).

### *decipiens* -Gruppe

**Charakteristik:** Die zu dieser Gruppe gerechneten Otolithen zeichnen sich durch einen sehr gedrunghenen Umriß und einen extrem ausgedehnten Sulcus aus, der nahezu die gesamte Oberfläche der Innenseite der Otolithen einnimmt. SCHWARZHANS (1981) verwendet für die Gruppe den Gattungsnamen *Xenosirembo*. Derartige Otolithen sind bisher nur aus dem Paläogen der USA bekannt. Zur gleichen Gruppe werden die von FRIZZELL & DANTE (1965) als *Signata* beschriebenen Otolithen gestellt (ebenfalls Eozän der USA).

**"genus Sirembinorum" *decepiens* (KOKEN, 1888)**

- \*1888 *Otolithus (Sciaenidarum) decepiens* KOKEN: 285-286, Taf. 19 Fig. 5-6.
- 1929 *Otolithus (Sciaenidarum) decepiens*, - CAMPBELL: 266-268, Taf. 30 Fig. 5-6.
- 1980 "*genus Sirembinorum*" *decepiens*, - NOLF: 137-138, Taf. 16 Fig. 13.
- 1981 *Xenosirembo decepiens*, - SCHWARZHANS: 75, 80, Abb. 27.
- 1985 "*genus Sirembinorum*" *decepiens*, - NOLF: 66.

**Vorkommen:** Eozän (Claibornean), Alabama.

**"genus Sirembinorum" *nicoli* (DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE, 1965)**

- \*1965 *Signata nicoli*, - DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE: 709, Taf. 88 Fig. 3.4, 21, 25.
- 1980 "*genus Ophidiidarum*" *nicoli*, - NOLF:
- 1981 *Signata nicoli*, - SCHWARZHANS: 80.
- 1985 "*genus Ophidiidarum*" *nicoli*, - NOLF: 67

**Vorkommen:** Mitteleozän (Claibornean, Weches Formation), Texas.

**"genus Sirembinorum" *stenzeli* DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE, 1865**

- \*1965 *Signata stenzeli*, - DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE: 709-710, Taf. 88 Fig. 12, 16, 17.
- 1980 "*genus Ophidiidarum*" *stenzeli*, - NOLF: 138, Taf. 20 Fig. 7.
- 1981 *Signata stenzeli*, - SCHWARZHANS: 80.
- 1985 "*genus Ophidiidarum*" *stenzeli*, - NOLF: 67

**Vorkommen:** Mitteleozän (Claibornean, Stone City Beds und Wheelock Formation), Texas.

**Subfamilia Neobythitinae R ADCLIFFE, 1913**

Genus *Neobythites* GOODE & BEAN, 1886

Typus-Art: *Neobythites gilli* GOODE & BEAN, 1886

***Neobythites* aff. *gilli* GOODE & BEAN, 1886**

- aff. 1980 *Neobythites gilli*, - NOLF: Taf. 10 Fig. 2-5.
- . 1983 *Brotulidae* sp. B, - FITCH & LAVENBERG: 519, Fig. 2E.
- . 1983 *Brotulid species A*, - FITCH & LAVENBERG: 519, Fig. 2D.

**Diskussion:** Von diesem Taxon liegt kein eigenes Material vor. Die abgebildeten Otolithen zeigen einen gut unterteilten Sulcus mit getrennten Colliculi, wobei die Cauda wesentlich kürzer als das Ostium ist. Gesamtform der Otolithen und Sulcusemorphologie sind typisch für *Neobythites gilli* GOODE & BEAN, 1886 aus der Karibik, weshalb ich das Material von FITCH und LAVENBERG dieser Art mit Vorbehalt zuordne.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

Genus *Hoplobrotula* GILL, 1863

Typus-Art: *Brotula armata* TEMMINCK & SCHLEGEL, 1846

***Hoplobrotula melrosensis* (DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE, 1965)**

- \*1965 *Bauzaia melrosensis*, - DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE: 711-712, Taf. 86 Fig. 7, 9.
- 1980 *Hoplobrotula melrosensis*, - NOLF: 103, Taf. 20 Fig. 6.
- 1981 *Hoplobrotula melrosensis*, - SCHWARZHANS: 88.
- 1985 *Hoplobrotula melrosensis*, - NOLF: 66.

**Vorkommen:** Mitteleozän (Claibornean, Weches Formation und Stone City Beds), Texas.

Neobythitinae, genus indet.

**"genus Neobythitarum" *meyeri* (KOKEN, 1888)**

- \*1888 *Otolithus (Gadidarum) meyeri* KOKEN: 289-290, Taf. 18 Fig. 8-9.
- 1929 *Otolithus (Gadidarum) meyeri*, - CAMPBELL: 272-273, Taf. 29 Fig. 8-9.
- ?1965 *Preophidium stintoni* DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE: 714-715, Taf. 86 Fig. 36, 37, 42.
- 1980 "*genus Lepophidiidarum*" *meyeri*, - NOLF: 111.
- 1981 *Symmetrosulcus meyeri*, - SCHWARZHANS: 75, 78, Abb. 20.

**Vorkommen:** Eozän (Jacksonian?), Mississippi (Jackson River), ? Mitteleozän von Texas.

**"genus Neobythitarum" *virginicus* n. sp.**

Abb. 28/21-23

Holotypus: Nr. 123(P25), Abb. 28/22.

Paratypen: Nr. 547(P68) und 140(P38), Abb. 28/21 und 28/23.

Locus typicus: Virginia, King William County, Farm Townsend am Pamunkey River, "Devils Hole", (loc. 19).

Stratum typicum: Mitteleozän, Claibornean, Piney Point Formation (basaler Bereich von Bed A).

Derivatio nominis: nach Virginia, dem US-Bundesstaat mit dem Typuslokalitäten der Piney Point Formation.

**Diagnose:** Otolithen massiv, bikonvex in Längs- und Querschnitt, gedrunghen und hoch. Umriß gedrunghen und etwas schief ovoid, da der höchste Punkt des Dorsalrandes weit nach vorn gerückt ist, der Schwerpunkt des stark konvexen Ventralrandes dagegen etwa median liegt.

Sulcus gerade, median, flach und mäßig weit. Ostium etwas länger als Cauda, beide Colliculi durch scharfe, schräg nach vorn-dorsal gerichtete Furche getrennt.

Material: 15 Otolithen: P25(7), P31(1), P33(1), P38(2), P42(1), P68(2).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
547(P68)	3,75	2,6	--	1,44	--	Paratypus
123(P25)	5,9	4,4	2,1	1,34	2,81	Holotypus
140(P38)	6,3	4,2	1,9	1,50	3,32	Paratypus

**Beschreibung:** Der Holotypus besitzt einen gedrungenen, schief eiförmigen Umriß und ist deutlich länger als hoch. Der Verlauf des Ventralrandes deutet die Anlage einer Biegung in der Längsachse an. Das im Verhältnis zur Innenseite starke Dickenwachstum der Außenseite jedoch führt zu einem bikonvexen Querschnitt, wobei die Außenseite in horizontaler und vertikaler Richtung deutlich stärker gewölbt ist als die Innenseite. Die stärkste Wölbung liegt in einer flachen, zentralen Erhebung der Außenseite.

Am Dorsalrand ist ein weit nach vorn verschobenes, stumpfes Prädorsaleck vorhanden. Von hier aus führt der hintere, längere Teil des Dorsalrandes schräg und leich konvex gebogen zum Caudalende. Der kurze Vorderabschnitt des Dorsalrandes fällt steil und deutlicher konvex zum Vorderrand ab. Beide Abschnitte sind flach und weitspannig gewellt, wobei die seichten Einbuchtungen mit flachen Depressionen auf der Außenseite korrespondieren. Der Ventralrand ist stärker konvex gebogen und bildet eine stumpfe gerundete, mediane Ecke. Er ist völlig glatt.

Der Sulcus verläuft gerade und ziemlich genau horizontal. Seine Medianachse liegt etwas über der halben Höhe des Otolithen. Er ist caudal abgerundet verschlossen und verjüngt sich vorn deutlich. Er endet deutlich vor dem Vorderrand und läuft hier in einer nach vorn gerichteten, undeutlichen und engen Depression aus, die man als Andeutung eines schwachen Kanals auffassen kann. Der Dorsalrand des Sulcus verläuft annähernd horizontal und gerade. Der Ventralrand ist leicht konvex und zeigt kurz hinter der Mitte eine kleine, nach innen vorspringende Ecke. Diese Ecke markiert die Grenze zwischen Ostium und Cauda. Von hier aus steigt eine Furche steil und etwas nach vorn abgewinkelt zum Dorsalrand an. Sie trennt das caudale vom ostialen Colliculum. Kurz vor Erreichen des Dorsalrandes biegt die Furche scharf nach vorn ab und erreicht den Dorsalrand nach einer kleinen Strecke sehr schrägen Verlaufs. Dadurch reicht ein schmaler Zipfel des caudalen Colliculums dorsal etwas über das caudale. Beide Colliculi sind sehr flach, eben und füllen den Sulcus völlig aus. Die Ränder des Sulcus sind nur schwach erhöht, deutliche Cristae fehlen.

Unter dem Sulcus ertreckt sich ein umfangreiches, mäßig gewölbt und glattes Ventralfeld. Es wird von einer relativ rannahen Ventrallinie gegen den glatten Randsaum begrenzt. Die Ventrallinie geht dorsal in eine feine, teilweise undeutliche Linie über, die den dorsalen Randbereich der Innenseite

von einer glatten, nahezu ebenen Zentralzone trennt.

**Ontogenie und Variabilität:** Paratypus Nr. 123 zeigt prinzipiell die gleichen morphologischen Merkmale, weicht jedoch in einigen Details etwas ab. Dieser Otolith ist etwas gedrungener und höher, verursacht durch eine stärkere Ausbiegung des Ventralrandes. Die Skulptur im anterodorsalen Bereich der Außenseite ist stärker als beim Holotypus. Diese Abweichungen liegen jedoch im Bereich normaler Variabilität und berechtigen nicht zur weiteren Aufteilung in mehrere Taxa.

**Diskussion:** SCHWARZHANS (1981) benutzt für diese Gruppe den Gattungsnamen *Symmetrosulcus* und stellt folgende Arten dazu: *S. dimidiatus* (SCHUBERT, 1916, Obereozän des, anglo-gallischen Beckens; *S. meyeri* (KOKEN, 1888), Obereozän von Texas, *S. stintoni* (DANTE & FRIZZELL, 1965, Mitteleozän von Texas, ?*S. fitchi* (NOLF, 1980), Untereozän der Aquitaine. Alle vier bisher beschriebenen Arten dieser Gattung sind wesentlich schlanker als das vorliegende Material, bei stark abweichendem Umriß. *S. stintoni* ist von DANTE & FRIZZELL nicht nach IRZN-Norm publiziert worden und damit invalide. Nach abgebildetem Otolithen kommen die Otolithen aus dem Mitteleozän von Texas *S. meyeri* sehr nahe und sind gehören vermutlich zur gleichen Art.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Pamunkey River Sektion.

**"genus Neobythitinarum" rotundus n. sp.**  
Abb. 29/1-16

Holotypus: Nr. 1003(P38), Abb. 29/16.

Paratypen: alle in Abb. 29 neben dem Holotypus abgebildeten Otolithen.

Locus typicus: Virginia, Henrico County, Sand & Gravel Pit Bottoms Bridge am Chickahominy River.

Stratum typicum: Mitteleozän, Claibornean, Piney Point Formation, Horizont C.

Derivatio nominis: "rotunda" = lat. "die Runde", nach dem annähernd kreisrunden Umriß der Otolithen.

**Diagnose:** Eine auf Otolithen basierende Art mit kleinen, massiven Otolithen von etwa kreisrundem Umriß und stark expandierender Prädorsalregion. Otolithen in vertikaler und horizontaler Richtung bikonvex. Sulcus supramedian, relativ eng und flach, horizontal ausgerichtet. Trennung in Ostium und Cauda und damit auch Trennung der Colliculi durch schwache Furche im ventralen Bereich des Sulcus angedeutet. Ostium deutlich länger als Cauda.

Material: 556 Otolithen: P25(2), P33(1), P38(544), P67(2).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
14(P25)	3,50	3,75	1,5	0,93	2,33	Paratypus
	3,64	3,80	1,5	0,96	2,43	Paratypus
	4,85	4,35	1,8	1,10	2,70	Paratypus
	4,95	4,90	2,0	1,01	2,50	Paratypus
						Holotypus

**Beschreibung:** Als Holotypus wurde der sehr gut erhaltene Otolith Nr. 1003(P38) Abb. 29/16) ausgewählt. Er zeigt einen fast kreisrunden Umriß, nur die deutliche prädorsale Expansion führt zu einer etwas abweichenden Geometrie des Dorsalrandes. Der Otolith ist in Längsrichtung

nicht gebogen. Beide Seiten sind konvex gewölbt, die Innenseite durch das stark aufgetriebene Ventralfeld stärker als die Außenseite. Die größte Dicke der Außenseite liegt deutlich hinter der Mitte. Auch in vertikaler Richtung sind beide Seiten konvex, die Innenseite ebenfalls stärker als die Außenseite. In dieser Richtung liegt die stärkste Wölbung der Innenseite auf dem Ventralfeld, nur wenig unterhalb des Sulcus. Diese sehr charakteristischen Verhältnisse werden vor allem in Ostialansicht sehr deutlich. Abgesehen von einigen verschwommenen Unebenheiten ist die Oberfläche der Außenseite glatt.

Der Ventralrand bildet zusammen mit dem Hinterrand einen gleichmäßig halbkreisförmigen Bogen. Vorn geht der Ventralrand ohne Übergang in den konvexen Vorderrand über, welcher auf der Höhe des Sulcus etwas eckig nach vorn vorspringt. Die prädorsale Expansion bildet eine gerundete Ausbuchtung am Dorsalrand. Von hier aus fällt er schräg nach hinten ab, bei leicht konkavem Ver-

lauf, und biegt an einer stumpfen Ecke (angedeutetes Postdorsaleck) in den Hinterrand ein. Sämtliche Ränder sind glatt.

Der deutlich supramediane Sulcus ist relativ eng und sehr flach, mit wenig erhabenen Rändern. Er ist horizontal ausgerichtet und sowohl ostial als auch caudal abgerundet verchlossen, bei etwa gleichgroßem Abstand von Vorder- und Hinterrand des Otolithen. Sein Dorsalrand verläuft leicht konvex, sein Ventralrand leicht konkav. Die maximale Einengung liegt etwas hinter der Mitte und bildet eine schwach ausgeprägte Ecke am Ventralrand. Von hier aus ist eine sehr schwache Furche in dorsaler Richtung zu verfolgen, die im Sulcus erlischt und nicht dessen Dorsalrand erreicht. Damit ist die Trennung in ein längeres Ostium und eine kürzere Cauda angedeutet. Die Trennung der sehr flachen, ebenen Colliculi ist durch die schwache Furche nur ventral erkennbar, dorsal sind die Colliculi verschmolzen.

## Abb. 29

Abb. 29/1-16: "genus Neobythitinarum" *rotundus* n. sp.

Serie von Sagittae zur Demonstration der Variabilität, Innenseite; 1: linke Sagitta Nr. 185(P38); 2: linke Sagitta Nr. 189(P38); 3: rechte Sagitta Nr. 188(P38); 4: linke Sagitta Nr. 183(P38); 5: rechte Sagitta Nr. 184(P38); 6: rechte Sagitta Nr. 177(P38); 7: rechte Sagitta Nr. 164(P38); 8: linke Sagitta Nr. 180(P38); 9: linke Sagitta Nr. 159(P38); 10: linke Sagitta Nr. 165(P38); 11: linke Sagitta Nr. 169(P38); 12: linke Sagitta Nr. 158(P38); 13: rechte Sagitta Nr. 171(P38); 14a-b: linke Sagitta Nr. 1004(P38), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 15a-c: rechte Sagitta Nr. 1005(P38), Paratypus, a: ostial, b: Innenseite, c: ventral; 16a-c: rechte Sagitta Nr. 1003(P38), Holotypus, a: ostial, b: Innenseite, c: ventral; Piney Point Formation; Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 29/18-21: "genus Caproidarum" *serratus* n. sp.

18: juvenile linke Sagitta Nr. 599(P25), Paratypus, Innenseite; 19: rechte Sagitta Nr. 598(P25), Paratypus, Innenseite; 20: linke Sagitta Nr. 835(P25), Paratypus, Innenseite; 21a-b: linke Sagitta Nr. 427(P42), Holotypus; a: Innenseite, b: Außenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 29/22a-b: "genus Myripristinarum" *cajun* (FRIZZELL & LAMBER, 1962) rechte Sagitta Nr. 547(P42), a: Innenseite, b: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 29/23-26: *Prionotus* sp. 1

23a-c: linke Sagitta Nr. 455(P14), a: Innenseite, b: ostial, c: ventral; 24a-b: linke Sagitta Nr. 456(P14), a: Innenseite, b: ventral; 26a-b: linke Sagitta Nr. 551(P14), a: Innenseite, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Calvert Cliffs-Sektion/Driftwood Beach). 25: rechte Sagitta Nr. 569(P57), Innenseite; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 29/27a-b: "genus Triglidarum" sp.

rechte Sagitta Nr. 559(P15), a: Innenseite, b: ventral; Calvert Formation (Bed 10), Maryland (Aguasco).

Abb. 29/28-29: *Prionotus* sp. 4

28a-b: linke Sagitta Nr. 573(P57), a: Innenseite, b: ventral; 29: linke Sagitta Nr. 572(P57), Innenseite; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 29/30-31: *Prionotus* sp. 2

linke Sagittae Nr. 467(P11) und 468(P15), Innenseite, Choptank und Calvert Formation, Maryland (Calvert Cliffs-Sektion).

Abb. 29/32-33: *Prionotus* sp. 3

32a-b: rechte Sagitta Nr. 464(P57), a: Innenseite, b: ventral; 33: linke Sagitta Nr. 465(P57), Innenseite; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 29/34: *Prionotus* sp. 5

Linke Sagitta Nr. 466(P14), Innenseite; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Calvert Cliffs Sektion/Driftwood Beach).

## Fig. 29

Fig. 29/1-16: "genus Neobythitinarum" *rotundus* n. sp.

Series of sagittae as demonstration of variety, inner face; 1: left sagitta No. 185(P38); 2: left sagitta No. 189(P38); 3: right sagitta No. 188(P38); 4: left sagitta No. 183(P38); 5: right sagitta No. 184(P38); 6: right sagitta No. 177(P38); 7: right sagitta No. 164(P38); 8: left sagitta No. 180(P38); 9: left sagitta No. 159(P38); 10: left sagitta No. 165(P38); 11: left sagitta No. 169(P38); 12: left sagitta No. 158(P38); 13: right sagitta No. 171(P38); 14a-b: left sagitta No. 1004(P38), paratype, a: inner face, b: ventral; 15a-c: right sagitta No. 1005(P38), paratype, a: ostial, b: inner face, c: ventral; 16a-c: right sagitta No. 1003(P38), holotype, a: ostial, b: inner face, c: ventral; Piney Point Formation; Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 29/18-21: "genus Caproidarum" *serratus* n. sp.

18: juvenile left sagitta No. 599(P25), paratype, inner face; 19: right sagitta No. 598(P25), paratype, inner face; 20: left sagitta No. 835(P25), paratype, inner face; 21a-b: left sagitta No. 427(P42), holotype; a: inner face, b: outer face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 29/22a-b: "genus Myripristinarum" *cajun* (FRIZZELL & LAMBER, 1962)

Right sagitta No. 547(P42), a: inner face, b: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 29/23-26: *Prionotus* sp. 1

23a-c: left sagitta No. 455(P14), a: inner face, b: ostial, c: ventral; 24a-b: left sagitta No. 456(P14), a: inner face, b: ventral; 26a-b: left sagitta No. 551(P14), a: inner face, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Calvert Cliffs section/Driftwood Beach). 25: right sagitta No. 569(P57), inner face; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 29/27a-b: "genus Triglidarum" sp.

Right sagitta No. 559(P15), a: inner face, b: ventral; Calvert Formation (Bed 10), Maryland (Aguasco).

Fig. 29/28-29: *Prionotus* sp. 4

28a-b: left sagitta No. 573(P57), a: inner face, b: ventral; 29: left sagitta No. 572(P57), inner face; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 29/30-31: *Prionotus* sp. 2

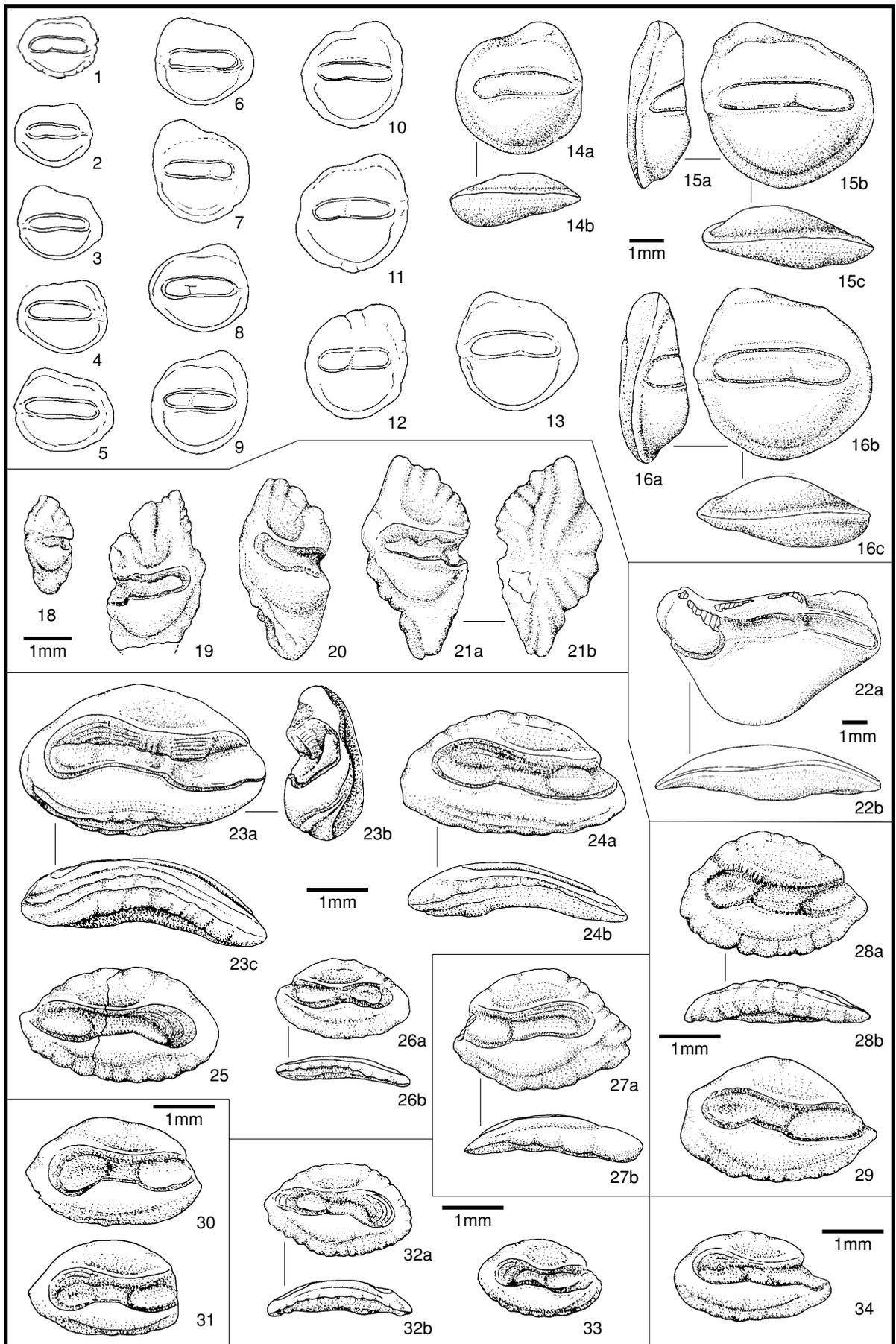
left sagittae No. 467(P11) and 468(P15), inner face, Choptank und Calvert Formation, Maryland (Calvert Cliffs section).

Fig. 29/32-33: *Prionotus* sp. 3

32a-b: right sagitta No. 464(P57), a: inner face, b: ventral; 33: left sagitta No. 465(P57), inner face; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 29/34: *Prionotus* sp. 5

Left sagitta No. 466(P14), inner face; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Calvert Cliffs section/Driftwood Beach).



Über dem Sulcus liegt eine flache, glatte Area, die durch eine feine Linie vom dorsalen Randsaum abgesetzt ist. Diese Linie setzt sich undeutlich hinter dem Sulcus fort und mündet hier in die Ventrallinie ein. Letztere verläuft recht randnah und trennt das umfangreiche Ventralfeld vom schmalen Randsaum. Charakteristisch ist die starke Wölbung des glatten Ventralfeldes. Es erscheint regelrecht aufgetrieben.

**Ontogenie und Variabilität:** Juvenile Otolithen sind noch etwas länglicher als adulte, obwohl auch hier schon die präadorsale Expansion gut entwickelt ist. Bei juvenilen Otolithen findet sich auch häufig eine Skulptur aus einigen radial orientierten, breiten und flachen Wülsten auf der Außenseite, die auch zu einer Wellung an den Rändern führen kann. Das weitere, allometrische Wachstum der Otolithen ist vor allem ein Höhenwachstum, denn während die Otolithen nur sehr wenig an Länge zunehmen, gewinnen sie vor allem an Höhe und bekommen so ihren runden Umriß. Juvenile Otolithen besitzen auch eine flachere Innenseite, denn die starke Aufblähung des Ventralfeldes stellt sich erst mit zunehmendem Wachstum ein und ist bei den größten Adulti besonders signifikant. Die Adulti variieren nur noch in geringem Umfang. Manchmal führen Reste der Skulptur noch zu einer gewissen Wellung der Ränder und ein Postdorsaleck kann mehr oder weniger deutlich entwickelt sein oder auch ganz fehlen. Insgesamt bildet die Art eine gut abgrenzbare Einheit.

**Diskussion:** Zu dieser fossilen Art ließen sich keine direkt vergleichbare andere fossile oder rezente Formen ermitteln. Die Otolithen mögen von einer fossilen Gruppe (Gattung?) stammen.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

**Ordo Beryciformes**  
**Subordo Berycoidei**  
**Familia Berycidae L OWE, 1884**

**"genus Berycidarum" hospes (KOKEN, 1888)**

\*1888 *Otolithus (Apogonidarum) hospes* KOKEN: 278-279, Taf. 18 Fig. 15.

1929 *Otolithus (Apogonidarum) hospes*, - CAMPBELL: 259-260, Taf. 29 Fig. 10-11.

1985 "*genus Berycidarum*" *hospes*, - NOLF: 72.

**Vorkommen:** Eozän (Jacksonian), Mississippi.

**Familia Holocentridae R ICHARDSON, 1864**  
**Subfamilia Myripristinae N ELSON, 1955**  
Genus indet.

**"genus Myripristinarum" cajun FRIZZEL & LAMBER, 1961**

Abb. 29/22

\*1961 *Weileria cajun*, - FRIZZEL & LAMBER: Fig. 6, 18, 19.

?1961 *Weileria brandonensis*, - FRIZZEL & LAMBER: 18, Fig. 5, 16, 17.

?1962 *Weileria louisiana*, - FRIZZEL & LAMBER: 22, Fig. 21, 22.

1985 "*genus Myripristinarum*" *cajun*, - NOLF: 72.

**Material:** 14 Otolithen: P25(4), P38(2), P41(3), P42(5).

**Beschreibung:** Alle vorhandenen Otolithen sind mehr oder weniger korrodiert. Sie scheinen hierfür besonders anfällig zu sein. Kennzeichnend ist ein etwa abgerundet dreieckiger Umriß, dessen Eckpunkte das abgerundete Ostial- und Caudale bilden, zusammen mit der maximalen Ausbiegung des Ventralrandes. Der Ventralrand ist etwa horizontal ausgerichtet, leicht konkav und über dem Ostium ein kurzes Stück konvex gebogen. Der Ventralrand hingegen ist stark konvex gebogen, mit etwas nach vorn verschobenem Schwerpunkt. Die Ränder sind glatt. In horizontaler und vertikaler Richtung sind die Otolithen bikonvex, wobei das Dickenwachstum der Außenseite eine leicht konkave Anlage kompensiert.

Der Sulcus liegt extrem suprmedian, kurz unter dem Dorsalrand. Er ist in ein kurzes Ostium und eine sehr lange, schmale und flache Cauda unterteilt. Die Cauda ist leicht in dorsaler Richtung durchgebogen und ventral teilweise nur sehr undeutlich (erhaltungsbedingt?) begrenzt. Das Ostium besitzt einen schräg ovalen Umriß und ist sowohl dorsal als auch ventral stark erweitert. Über dem Sulcus liegt eine sehr niedrige, lange und glatte Area. Sie ist hinten scharf abgesetzt gegen den caudalen Bereich der Dorsalregion. Die Ventrallinie ist nur undeutlich entwickelt und verläuft extrem randnah. Über große Strecken fällt sie überhaupt mit dem Ventralrand zusammen. So nimmt das gewölbte, glatte Ventralfeld nahezu den gesamten Ventralbereich der Innenseite ein.

**Ontogenie und Variabilität:** Soweit bei den überwiegend nicht sehr günstig erhaltenen Otolithen zu beobachten, trägt die Außenseite der juvenilen Otolithen eine typisch "myripristide" Skulptur aus mehr oder weniger feinen, irregulären Furchen und Wülsten, die von der Dorsalregion nach unten gerichtet sind. Die Skulptur schwächt sich im Laufe der Ontogenese ab und erlischt bei den Adulti teilweise ganz.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

**Ordo Zeiformes**  
**Familia Caproidae L OWE, 1884**

**"genus Caproidarum" serratus n. sp.**

Abb.29/18-21, Taf. 16 Fig. 18

**Holotypus:** linke Sagitta Nr. 427(P42), Abb. 29/21, Taf. 16 Fig. 18.

**Paratypen:** Otolithen Nr. 599(P25), 835(P25) und 598(P25), Abb. 29/18-20.

*Locus typicus*: Virginia, Hanover County, Pamunkey River, (loc. 23).

*Stratum typicum*: Mitteleozän (Claibornian), Piney Point Formation, basaler Bereich von Bed A.

*Derivatio nominis*: lat. "serratus" = gesägt, gezackt, nach der Zähnelung der Ränder der Otolithen.

*Diagnose*: Eine auf Otolithen basierende Art der Familie Caproidae von unsicherer generischer Stellung. Otolithen klein, relativ massiv und hochrhombisch im Umriß. Ventralbereich der Otolithen spitz dreieckig ausgezogen, Dorsalbereich etwas gedrungener dreieckig. Sulcus supramedian, horizontal ausgerichtet und annähernd gerade. Ostium kurz, etwa 1/3 der gesamten Sulcuslänge. Dorsal- und Ventralrand mit starker serrater Skulptur.

*Material*: 14 Otolithen: P25(4), P31(1), P34(1), P41(1), P42(6), P66(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	
599(P25)	1,0	2,1	0,48	Paratypus
835(P25)	1,9	3,9	0,49	Paratypus
427(P42)	2,3	4,3	0,50	Holotypus

*Beschreibung*: Der gut erhaltene Holotypus besitzt einen hochrhombischen Umriß, da sowohl der Dorsal- als auch der Ventralbereich des Otolithen spitz dreieckig ausgezogen sind, ventral noch etwas stärker und schärfer zugespitzt als dorsal. Der Otolith ist in horizontaler Richtung leicht gebogen, mit mäßig konvexer Innenseite und etwa ebener Außenseite. In vertikaler Richtung ist ebenfalls eine leichte Biegung vorhanden und auch hier ist die Innenseite konvex, während die Außenseite etwas konkav ist. Das Caudalende bildet eine stumpfe Ecke. Auf der Außenseite laufen kräftige, radial angeordnete Furchen und Wülste von den Rändern nach innen. Sie erreichen unter Abschwächung das Zentrum der Außenseite, wo sie nur noch undeutlich-verschwommen wahrnehmbar sind. Im anteroventralen Bereich ist die Skulptur deutlich schwächer ausgebildet als im übrigen Bereich. An den Rändern führt diese Skulptur zu einer recht groben Zackung, auch hier wieder mit Ausnahme des Anteroventralrandes.

Der ziemlich weite und tiefe Sulcus liegt supra-median und ist etwa horizontal ausgerichtet und gerade. Das Ostium ist kurz und erreicht nur ca. 1/3 der Gesamtlänge des Sulcus. Es ist am Collum deutlich gegenüber der Cauda vertieft und ventral leicht erweitert, während eine dorsale Erweiterung nicht zu beobachten ist. Den Boden der Cauda bedeckt ein sehr dünnes, vor allem dorsal irregulär begrenztes Colliculum. Das ostiale Colliculum ist ebenfalls sehr dünn, dabei klein und unregelmäßig-rundlich im Umriß. Über dem Sulcus befindet sich eine kurze, hohe Area, die ventral kräftig vertieft ist. Die Grenze gegen den Sulcus bildet hier eine dicke, leistenförmige Crista superior. Sie schwächt sich aber schnell nach vorn und hinten über dem Sulcus ab und erlischt caudal ganz. Eine Crista inferior ist nicht vorhanden, der Ventralrand des Sulcus ist weniger scharf markiert. Unter dem Sulcus erstreckt sich ein deutlich gewölbtes, etwa halbkreisförmiges Ventralfeld, begrenzt durch eine feine, aber scharfe Ventrallinie. Durch die spitz

ausgezogene Ventralpartie bleibt das Ventralfeld im mittleren Bereich unter der halben Höhe der gesamten Ventralhälfte des Otolithen.

*Ontogenie und Variabilität*: Frühontogenetische Stadien zeichnen sich durch noch nicht so spitz ausgezogene Dorsal- und Ventralbereiche aus (Abb. 29/18). Vor allem die lang und spitz ausgezogene Ventralpartie bildet sich erst im Laufe der ontogenetischen Entwicklung so extrem heraus. Bei juvenilen Otolithen ist sie noch runder, damit auch der Abstand zwischen Ventrallinie und Spitze des Ventralrandes geringer. Caudal sind die Otolithen ebenfalls noch gerundeter als die Adulti. Die Adulti selbst variieren nur wenig. Einer gewissen Variabilität ist nur die Stärke und Ausbildung der Skulptur der Außenseite und damit der Ränder unterworfen. Auch das Caudalende kann mehr oder weniger eckig betont ausfallen.

*Diskussion*: Die hochrhombische Form, verbunden mit der starken Serration der Ränder, unterscheidet die Art auf Anhieb von den wenigen bisher fossil bekannten Arten der Familie Caproidae.

*Vorkommen*: Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

### Ordo Scorpaeniformes

#### Familia Triglidae RISSO, 1826

Genus *Prionotus* LACEPEDE, 1801

Typus-Art: *Trigla evolans* LINNAEUS, 1766

#### *Prionotus* sp. 1

Abb.29/23-26

*Material*: 11 Otolithen: P9(1), P12(2), P14(7), P72(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
551(P14)	3,1	1,8	0,5	1,72	6,2
456(P14)	5,6	2,7	1,2	2,07	4,67
455(P14)	7,1	4,4	1,8	1,69	3,94

*Beschreibung*: Im Material aus der Calvert und St. Marys Formation sind einige *Prionotus*-Otolithen vorhanden, die verschiedene Größe haben und auch in der Morphologie leicht variieren. Es handelt sich offensichtlich um ontogenetische Stadien einer Art. Der größte und zugleich gut erhaltene Otolith ist die linke Sagitta Nr. 455 (Abb. 29/23) Daran orientiert sich die folgende Beschreibung.

Der recht große und massive Otolith besitzt einen ziemlich gleichmäßig ovalen Umriß und ist in der Längsachse deutlich gebogen. Hierdurch ist die Innenseite konvex gewölbt, die Außenseite konkav, trotz des stärkeren Dickenwachstums. In vertikaler Richtung sind beide Seiten mäßig konvex. Das Caudal- und das Ostialende des Otolithen sind gleichmäßig gerundet, das Caudalende dabei nur wenig ausgezogen. Der Dorsalrand beschreibt einen regulär konvexen Bogen, dessen höchster

Punkt etwa mitdorsal liegt. Am Ostialrand befindet sich ein kurzes, massives und stumpf gerundetes Rostrum. Das Antirostrum ist durch eine leichte Einbuchtung des Ostialrandes nur angedeutet. Zwischen Rostrum und Caudalende verläuft der Ventralrand etwas irregulär konvex, unter deutlicher Wellung. Die Außenseite trägt einige verschwommene, unregelmäßige Unebenheiten.

Auf der Innenseite liegt der sehr umfangreiche und tiefe Sulcus in leicht supramedianer Position und fällt etwas nach vorn ab. Das Ostium ist etwas kürzer als die Cauda und nur mäßig erweitert, vor allem ventral. Es ist gegenüber der Cauda auch

deutlich vertieft. Die Cauda selbst ist deutlich geschwungen, steigt nach hinten zunächst etwas an, biegt dann abwärts und ist schräg zum Caudalende gerichtet. Sie endet abgerundet verschlossen etwas vor dem Caudalende. Sehr charakteristisch ist der Querschnitt des Sulcus (siehe Ostialansicht). Die dorsale Wand fällt schräg nach innen ein, ebenso der Boden des Sulcus (aus ventraler Richtung). So bilden beide zusammen einen tiefen, gleichmäßigen dreieckigen Einschnitt. Relativ dicke Colliculi bedecken den Boden des Sulcus und enden dorsal an der Basis der Dorsalwand, von dieser getrennt durch eine scharfe Furche. An der Dorsalwand des

### Abb. 30

Abb. 30/1-3: *Platycephalus townsendi* n. sp.

1a-b: linke Sagitta Nr. 800(P66), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 2: linke Sagitta Nr. 801(P66), Innenseite, Paratypus; 3a-b: linke Sagitta Nr. 817(P25), Holotypus, a: Innenseite, b: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 30/4a-c: "genus Chandidarum?" sp.

rechte Sagitta Nr. 585(P14), a: Innenseite, b: Außenseite, c: dorsal; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Abb. 30/5-7: *Serranus walleri* n. sp.

5: rechte Sagitta Nr. 807(P25), Paratypus, Innenseite; 6: juvenile linke Sagitta Nr. 806(P42), Paratypus, Innenseite; 7a-c: juvenile rechte Sagitta Nr. 853(P25), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite, c: dorsal; Piney Point Formation, Virginia, (Pamunkey River Sektion).

Abb. 30/8-9: *Serranus scriba*

8a-b: linke Sagitta, a: Innenseite, b: ventral; 9a-b: rechte Sagitta, a: Innenseite, b: ventral; rezent, Mittelmeer, coll. A. Müller.

Abb. 30/10-11: *Diplectrum* sp. 1

10a-c: rechte Sagitta Nr. 552(P57), a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; 11a-b: rechte Sagitta Nr. 554(P57), a: Innenseite, b: ventral; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 30/12a-b: *Diplectrum* sp. 2

rechte Sagitta Nr. 851(P35), a: Innenseite, b: ventral; Old Church Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 30/13a-c: "genus Serraninarum" sp. 2

1a-c: rechte Sagitta Nr. 88(P22), a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; Eastover Formation (Cobham Bay Member), Virginia (Rappahannock River, Burhans Wharf).

Abb. 30/14-17: "genus Serraninarum" sp. 1

14a-b: linke Sagitta Nr. 871(P14), a: Innenseite, b: ventral; 16a-c: rechte Sagitta Nr. 65(P14), a: Innenseite, b: Außenseite, c: ventral; 17a-c: rechte Sagitta Nr. 64(P14), a: Innenseite, b: Außenseite, c: ventral; alle anderen St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach). 15a-b: rechte Sagitta Nr. 860(P9), a: Innenseite, b: ventral; St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellor Point);

Abb. 30/18-19: *Epinephelus* sp. 1

18a-c: rechte Sagitta Nr. 863(P14), a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; 19a-b: linke Sagitta Nr. 864(P14), a: Innenseite, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Abb. 30/20-21: *Epinephelus* sp. 2

20a-c: linke Sagitta Nr. 875(P35), a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; 21a-b: linke Sagitta Nr. 875(P35), a: Innenseite, b: ventral; Old Church Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 30/22a-b: "genus aff. *Epinephelus*" sp.

rechte Sagitta Nr. 586(P15), a: Innenseite, b: ventral; Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland (Aquasco).

Abb. 30/23a-b: *Epinephelus* sp. 3

rechte Sagitta Nr. 905(P38), a: Innenseite, b: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 30/24-25: "genus aff. *Xenistius obliquus* n. sp.

24a-e: linke Sagitta Nr. 384(P25), Holotypus, a: Innenseite, b: ostial, c: caudal, d: ventral, e: dorsal; 25: rechte Sagitta Nr. 383(P25), Paratypus, Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

### Fig. 30

Fig. 30/1-3: *Platycephalus townsendi* n. sp.

1a-b: left sagitta No. 800(P66), paratype, a: inner face, b: ventral; 2: left sagitta No. 801(P66), inner face, paratype; 3a-b: left sagitta No. 817(P25), holotype, a: inner face, b: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 30/4a-c: "genus Chandidarum?" sp.

right sagitta No. 585(P14), a: inner face, b: outer face, c: dorsal; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 30/5-7: *Serranus walleri* n. sp.

5: right sagitta No. 807(P25), paratype, inner face; 6: juvenile left sagitta No. 806(P42), paratype, inner face; 7a-c: juvenile right sagitta No. 853(P25), paratype, a: inner face, b: ventral, c: outer face, c: dorsal; Piney Point Formation, Virginia, (Pamunkey River section).

Fig. 30/8-9: *Serranus scriba*

8a-b: left sagitta, a: inner face, b: ventral; 9a-b: right sagitta, a: inner face, b: ventral; rezent, Mittelmeer, coll. A. Müller.

Fig. 30/10-11: *Diplectrum* sp. 1

10a-c: right sagitta No. 552(P57), a: inner face, b: ventral, c: outer face; 11a-b: right sagitta No. 554(P57), a: inner face, b: ventral; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 30/12a-b: *Diplectrum* sp. 2

right sagitta No. 851(P35), a: inner face, b: ventral; Old Church Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 30/13a-c: "genus Serraninarum" sp. 2

1a-c: right sagitta No. 88(P22), a: inner face, b: ventral, c: outer face; Eastover Formation (Cobham Bay Member), Virginia (Rappahannock River, Burhans Wharf).

Fig. 30/14-17: "genus Serraninarum" sp. 1

14a-b: left sagitta No. 871(P14), a: inner face, b: ventral; 16a-c: right sagitta No. 65(P14), a: inner face, b: outer face, c: ventral; 17a-c: right sagitta No. 64(P14), a: inner face, b: outer face, c: ventral; alle anderen St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach). 15a-b: right sagitta No. 860(P9), a: inner face, b: ventral; St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellor Point);

Fig. 30/18-19: *Epinephelus* sp. 1

18a-c: right sagitta No. 863(P14), a: inner face, b: ventral, c: outer face; 19a-b: left sagitta No. 864(P14), a: inner face, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 30/20-21: *Epinephelus* sp. 2

20a-c: left sagitta No. 875(P35), a: inner face, b: ventral, c: outer face; 21a-b: left sagitta No. 875(P35), a: inner face, b: ventral; Old Church Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 30/22a-b: "genus aff. *Epinephelus*" sp.

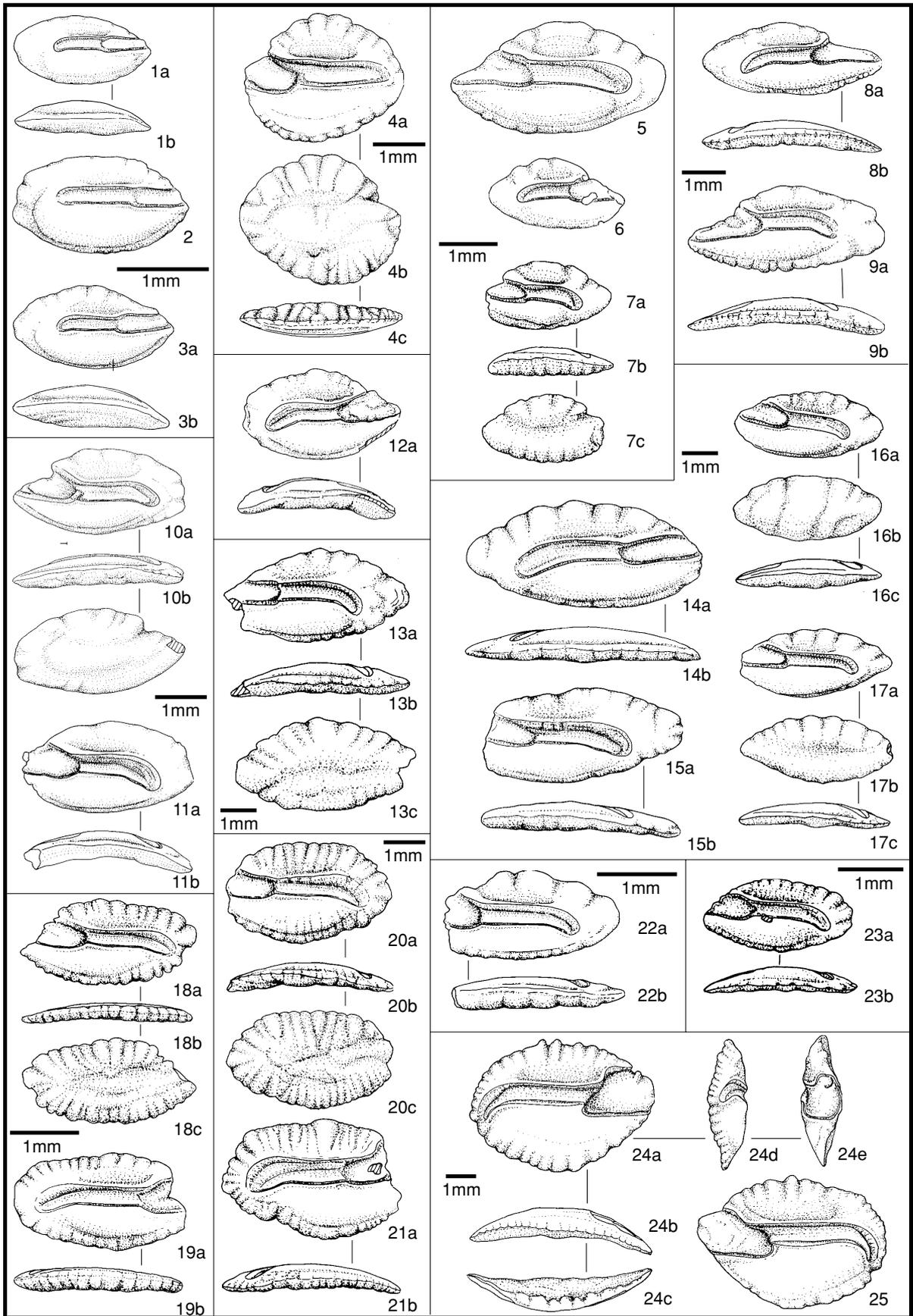
Right sagitta No. 586(P15), a: inner face, b: ventral; Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland (Aquasco).

Fig. 30/23a-b: *Epinephelus* sp. 3

Right sagitta No. 905(P38), a: inner face, b: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 30/24-25: "genus aff. *Xenistius obliquus* n. sp.

24a-e: left sagitta No. 384(P25), holotype, a: inner face, b: ostial, c: caudal, d: ventral, e: dorsal; 25: right sagitta No. 383(P25), paratype, inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).



Sulcus erkennt man deutlich den Verlauf der Wachstumsstreifen. Über dem Sulcus liegt im medianen Dorsalbereich eine länglich-ovale, ventral etwas eingesenkte und gatte Area. Hier bildet der Dorsalrand des Sulcus eine niedrige Crista superior, die sich in ostialer und caudaler Richtung abschwächt und schließlich ganz erlischt. Der Ventralrand des Sulcus ist nicht erhöht. Das Ventralfeld unter dem Sulcus ist gewölbt und glatt. Es ist von der randnahen, scharfen und tiefen Ventrallinie gegen den ventralen Randsaum abgesetzt. Unterhalb der Ventrallinie folgen zwei weitere scharfe Furchen etwa parallel zur Ventrallinie.

**Ontogenie und Variabilität:** Die frühjuvenilen Otolithen besitzen ein längeres und spitzeres Rostrum und ein deutlicher abgesetztes, wenn auch kurzes Antirostrum. Auf der Außenseite ist eine Skulptur aus flachen, radial gestellten Furchen und Wülsten entwickelt, die zu einer Undulation der Ränder führt. Mit zunehmendem Wachstum wird das Rostrum massiver und stumpfer, das Antirostrum undeutlicher. Auch die Skulptur wird abgebaut.

**Diskussion:** Die Otolithen sind prinzipiell ausreichend für eine Art-Diagnose. Eine spezifische Bestimmung oder gar Neubenennung unterbleibt, da von den 12 rezenten Arten der Gattung *Prionotus* nur unzureichendes Vergleichsmaterial zur Verfügung steht. Es ist durchaus möglich, daß eine der rezenten Arten schon ab Mittelmiozän vorkommt. Bei einer Benennung bestünde also die Gefahr, lediglich ein Synonym zu einer rezenten Art zu schaffen.

**Vorkommen:** St. Marys Formation, Maryland.

### ***Prionotus* sp. 2**

Abb. 29/30-31

**Material:** 2 Otolithen: P15(1), P11(1).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD
468(P15)	3,1	1,9	1,63
457(P11)	3,4	2,0	1,7

**Beschreibung:** Es stehen nur einige kleine, juvenile Otolithen zur Verfügung, die in einigen Merkmalen von den juvenilen Exemplaren von *Prionotus* sp. 1 abweichen und sicher nicht zu dieser Art gehören. Die Otolithen sind caudal stärker zugespitzt, bei insgesamt jedoch etwas gedrungenem Umriß. Deutliche Differenzen ergeben sich auch in der Gestaltung des Ostialrandes. Hier sind Rostrum und Antirostrum kaum deutlich, sondern höchstens angedeutet entwickelt. Unterschiede sind auch im Bau des Sulcus zu verzeichnen. Die Cauda ist gedrungen und hinten viel stärker erweitert als bei gleichgroßen Individuen von *P.* sp. 1.

**Diskussion:** Die juvenilen Otolithen sind noch nicht für eine Art-Diagnose geeignet. Sie zeigen aber, daß neben *P.* sp. 1 noch eine weitere *Prionotus*-Art im Miozän von Maryland vertreten ist. Die

stratigraphische Reichweite beider Taxa überschneidet sich interessanterweise offensichtlich nicht. Während *P.* sp. 2 im tieferen Bereich vorkommt (Calvert und Choptank Formation), tritt *P.* sp. 1 erst im höheren Teil (St. Marys Formation) des Miozäns von Maryland auf.

**Vorkommen:** Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Choptank Formation (Boston Cliffs Member), Maryland.

### ***Prionotus* sp. 3**

Abb. 29/32-33

**Material:** 8 Otolithen (P57).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
465(P57)	3,25	2,0	0,7	1,60	4,64
469(P57)	4,25	2,4	--	1,77	--

**Beschreibung:** Die Otolithen aus dem Pliozän ähneln in ihrem recht gleichmäßig ovalen Umriß deutlich den weiter oben als *P.* sp. 1 beschriebenen. Vergleicht man indes etwa gleiche Wachstumsstadien, sind einige deutliche Unterschiede nicht zu übersehen. Der höchste Punkt der Dorsalrandes ist weiter nach hinten verlagert und das Caudalende etwas nach unten. Dadurch erscheint der Umriß etwas deutlicher asymmetrisch als bei *P.* sp. 1. Weiterhin ist nur ein kleines Rostrum vorhanden und ein Antirostrum überhaupt nicht ausgebildet. Im Bau des Sulcus ergeben sich auch einige Unterschiede. Er ist caudal stärker geschwungen und erweitert als bei *P.* sp. 1.

**Diskussion:** *Prionotus* sp. 1, sp. 2 und sp. 3 bilden eine morphologisch eng verwandte Gruppe. Durch adulte Otolithen ist *P.* sp. 1 sicher diagnostizierbar. Die beiden anderen Taxa sind nur durch juvenile Otolithen belegt, deren morphologische Differenzen jedoch zeigen, daß es sich um unterscheidbare Taxa handelt. Da die drei Taxa aus unterschiedlichen stratigraphischen Niveaus kommen, ist anzunehmen, daß sie zu einer Linie gehören. Der Status dieser Taxa ist jedoch nur mit ausreichend Material (Adulti) zweifelsfrei zu klären.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

### ***Prionotus* sp. 4**

Abb. 29/28-29

. 1983 *Prionotus* ssp.,- FITCH & LAVENBERG: 525 (partim), Fig. 4D).

**Material:** 5 Otolithen (P57).

**Beschreibung:** Von den drei vorhandenen Otolithen ist Exemplar Nr. 572 (Abb. 29/29) am besten erhalten, Exemplar Nr. 573 (Abb. 29/28) ist am Ostium etwas erodiert. Die Otolithen sind ähnlich gedrungen wie die als *P.* sp. 4 beschriebenen, es fehlt ihnen jedoch das stark betonte Caudalende. Der Sulcus ist nicht so weit nach oben gerückt und liegt etwa median. Auch seine Proportionen gestalten sich etwas abweichend von *P.* sp. 4. Das Ostium ist relativ zur Cauda deutlich länger

und wirkt dadurch schlanker.

**Diskussion:** Für die artliche Bestimmungen gelten die gleichen Vorbehalte wie schon weiter oben bei *P. sp. 3* bemerkt. Ich belasse es daher bei offener Nomenklatur.

**Vorkommen:** Pliozän (Yorktown Formation, Rushmere Member).

Genus indet.

**"genus *Triglidarum*" cor KOKEN, 1888**

\*1888 *Otolithus (Triglae) cor* KOKEN: 287-288, Taf. 18 Fig. 10.

1929 *Otolithus (Triglae) cor*, - CAMPBELL: 269, Taf. 29 Fig. 10.

1985 "*genus Triglidarum*" *cor*, - NOLF: 77.

**Vorkommen:** Eozän (Jacksonian), Mississippi.

**"genus *Triglidarum*" sp.**

Abb. 29/27

**Material:** 2 Otolithen P15.

**Beschreibung:** Die folgende Beschreibung ist an Exemplar Nr. 559 (Abb. 29/27) orientiert. Der Otolith ist sehr gedungen im Umriß, aber nur mäßig dick und in Längsrichtung leicht gebogen. Die Biegung führt zu einer konvexen Innen- und einer konkaven Außenseite. In vertikaler Richtung sind beide Seiten leicht konvex. Das Caudalende ist auffallend weit ausgezogen und liegt deutlich inframedian. Sein abgerundetes Ende ist schräg nach unten gerichtet. Die Außenseite trägt eine Skulptur aus irregulären, randlich angeordneten Furchen und Rippen, die zur Wellung am Ventral- und Dorsalrand führt.

Der Dorsalrand verläuft stark konvex gebogen und erreicht seinen höchsten Punkt etwa mitdorsal. Von hier aus fällt er schräg zum Caudalende ab. Der Ventralrand beschreibt einen etwas flacher konvexen Bogen und endet ostial am kurzen, massiv dreieckigen Rostrum. Eine breite, aber wenig tiefe Excisura trennt das Rostrum vom sehr kurzen Antirostrum.

Der kurze, relativ weite und tiefe Sulcus liegt deutlich supramedian und ist sigmoidal geschwungen. Sein Ostium ist wesentlich kürzer als die Cauda, mäßig erweitert und am Collum gegenüber der Cauda vertieft. Die Cauda führt zunächst etwas schräg in dorsocaudale Richtung und biegt dann leicht in ventraler Richtung ab. Dieser hintere Abschnitt der Cauda ist nur leicht erweitert und endet abgerundet verschlossen etwas vor dem Rand des Otolithen, deutlich über dem Niveau des Caudalendes. Zwei dünne Colliculi bedecken den Boden von Ostium und Cauda. Über dem Sulcus erstreckt sich eine längliche, ventral etwas vertiefte und glatte Area. Deren ventrale Vertiefung führt zur stärkeren Betonung der leistenförmigen Crista superior. Den ventralen Bereich unter dem Sulcus

überspannt das glatte, gewölbte Ventralfeld, von einer scharfen, ziemlich randfernen Ventrallinie vom Randsaum getrennt.

**Vorkommen:** Calvert Formation (Plum Point Marl Member, Bed 10), Maryland.

**Subordo *Platycephaloidei***

**Familia *Platycephalidae* B LEEKER, 1859**

Genus *Platycephalus* BLOCH, 1795

Typus-Art: *Platycephalus spathula* BLOCH, 1795.

***Platycephalus townsendi* n. sp.**

Abb. 30/1-3

**Holotypus:** Linke Sagitta Nr. 817(P25), Abb. 30/3.)  
**Paratypen:** Nr. 800(P66) und 801(P66), Abb. 30/1 und 30/3.

**Stratum typicum:** Mitteleozän, Piney Point Formation, Basis Bed A.

**Locus typicus:** Pamunkey River auf Farm Townsend, "Devils Hole", Virginia (King William County).

**Derivatio nominis:** Nach Familie Townsend (Virginia, King William County), auf deren Farm "Devils Hole" liegt.

**Diagnose:** Kleine, massive, langovale Otolithen mit mehr oder weniger spitzem Rostralende und stumpferem Caudalende. Umriß nahezu spindelförmig. In Längsachse deutliche Biegung, mit konkav angelegter Außenseite, durch deren Dickenwachstum kompensiert. Außenseite in horizontaler Richtung schwach konvex bis etwa eben, in vertikaler Richtung konvex. Innenseite in beiden Richtungen konvex. Sulcus leicht supramedian, horizontal ausgerichtet, sehr eng, weitgehend gerade und recht flach. Ostium am Collum nur wenig erweitert, vertieft und etwas kürzer als Cauda. Cauda hinten ganz leicht abwärts gebogen.

**Material:** 9 Otolithen: P25(3), P42(2), P66(3), P67(1).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
817(P25)	1,8	1,0	--	1,8	--	Holotypus
800(P66)	2,0	1,0	0,45	2,0	4,44	Paratypus
801(P66)	2,4	1,2	0,60	2,0	4,0	Paratypus

**Beschreibung:** Der zum Holotypus bestimmte kleine, langovale Otolith besitzt einen etwa spindelförmigen Umriß, wobei das Rostralende etwas stärker ausgezogen und zugespitzt ist als das Caudalende. Die durch eine Biegung in horizontaler Richtung konkav angelegte Außenseite erreicht durch das Dickenwachstum eine schwach konvexe Oberfläche, die Innenseite ist stärker konvex. In vertikaler Richtung sind beide Seiten etwa gleich konvex. Der Dorsalrand bildet einen gleichmäßig flach konvexen Bogen, ebenso der Ventralrand. Am Dorsalrand ist eine schwache Undulation entwickelt, während der Ventralrand glatt bleibt. Auf der Außenseite ist außer einigen flachen, verschwommenen Unebenheiten keine weitere Skulptur entwickelt.

Der Sulcus liegt etwas supramedian und horizontal orientiert. Er ist sehr eng, mäßig tief und endet weit vor dem Caudalende (etwa 2/3 der Otolithenlänge). Das Ostium erweitert sich am Collum ventral und dorsal nur wenig. Es ist kürzer als die

Cauda und etwas stärker vertieft. Vom Collum erstreckt sich die Cauda gerade nach hinten und ist nur mit ihrem letzten etwa 1/6 der Länge leicht abwärts gebogen. Unter dem Sulcus liegt ein umfangreiches, leicht gewölbtes und glattes Ventralfeld, von einer kräftigen, randnahen Ventrallinie vom schmalen Randsaum getrennt. Die Ventrallinie steigt hinter der Cauda weit an bis auf die Höhe des Sulcus. Über dem Sulcus liegt eine undeutlich begrenzte, glatte Area. Sie ist ventral etwas vertieft, wodurch der Dorsalrand des Sulcus als schwache Crista superior etwas betont wird.

**Variabilität:** Die Otolithenmorphologie ist nur sehr geringen Schwankungen unterworfen. Sowohl das rostrale als auch das caudale Ende können mehr oder weniger zugespitzt sein. Die Sulcusmorphologie und der Lo/Lc- Index bleiben sehr konstant.

**Vorkommen:** Piney Point Formation,

### Ordo Perciformes

#### Subordo Percoidei

#### Familia Chandidae F OWLER, 1905

Genus indet.

#### "genus Chandidarum" sp.

Abb. 30/4

Material: 1 Otolith (P14).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
585(P14)	3,0	2,4	0,6	1,25	5,0

**Beschreibung:** Es liegt nur ein sehr gut erhaltener Otolith aus der St. Marys Formation von Maryland vor. Der ziemlich massive Otolith ist sehr gedrunken, nur wenig länger als hoch, und besitzt einen fast kreisförmigen Umriß, mit einem kurzen, massiven Rostrum. Die Biegung in horizontaler Richtung fällt sehr schwach aus, die Außen- und die Innenseite sind sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung schwach konvex gewölbt. Im Zentrum der Außenseite sind schwache, irreguläre und verschwommene Unebenheiten entwickelt. Die Randbereiche werden von breiten, flachen Rippen und Furchen überzogen, die radial orientiert sind und zu einer recht kräftigen Wellung der Ränder führen.

Der Dorsalrand verläuft stark konvex gebogen und endet hinten in einem nur schwach angedeuteten Postdorsaleck. Von hier aus fällt der Hinterand schräg zum abgerundeten, wenig akzentuierten Caudalende ab. Der Ventralrand bildet einen stark konvexen Bogen mit etwas nach vorn verschobenem Schwerpunkt. Am Vorderrand dominiert das massive, kurze Rostrum. Die Excisura ist nur schwach entwickelt, ebenso das stumpfe Antirostrum.

Auf der Innenseite liegt der gerade Sulcus in etwas supramedianer Position und ist horizontal ausgerichtet. Das Ostium erreicht ziemlich genau

die halbe Länge der Cauda. Es erweitert sich nur ventral deutlich, dorsal kaum, so daß das Collum nur ventral markiert ist. Von hier aus zieht die mäßig weite und tiefe Cauda gerade nach hinten und endet kurz vor dem Hinterrand. Den Boden der Cauda bedeckt das recht flache caudale Colliculum. Das ostiale Colliculum ist etwas dicker. Das caudale Colliculum reicht dorsal mit einem schmalen Zipfel weit nach vorn, bis an den Einschnitt der Excisura. Eine feine, aber deutlich ausgebildete Furche trennt es hier vom darunter liegenden ostialen Colliculum.

Die länglich-ovale, glatte Area über dem Sulcus ist ventral vertieft und vom Sulcus durch eine leistenförmige Crista superior getrennt. Die Ventrallinie verläuft sehr randnah und trennt den schmalen Randsaum vom umfangreichen, schwach gewölbten Ventralfeld. Die randliche Skulptur greift nicht auf das Ventralfeld über. In größerer Entfernung vom Rand ist noch eine zweite Ventrallinie schwach angedeutet.

**Diskussion:** Die Otolithenmorphologie weist die stärksten Affinitäten zu Chandidae-Otolithen auf. Die Gruppe war im Mitteltertiär Europas in brachyhalinen Lebensräumen häufig. Nachweise aus dem westatlantischen Raum lagen bisher nicht vor.

**Vorkommen:** St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland.

#### Familia Serranidae S WAINSON, 1839

#### Subfamilia Serraninae S WAINSON, 1839

Genus *Centropristis* CUVIER, 1829

Typus-Art: *Centropristis nigricans* CUVIER, 1829 (= *Coryphaena nigrescens* BLOCH & SCHNEIDER, 1801.

#### *Centropristis cf. striata*

. 1983 *Centropristis cf. striata*.- FITCH & LAVENBERG:

**Diskussion:** Eigenes Material zu diesem Taxon ist nicht vorhanden und die Bestimmung von FITCH & LAVENBERG wird als zutreffend angesehen.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina.

Genus *Diplectrum* HOLBROOK, 1855

Typus-Art: *Serranus fascicularis* VALENCIENNES in CUVIER & VALENCIENNES, 1828

#### *Diplectrum sp. 1*

Abb. 30/10-11

1983 *Diplectrum cf. formosum*.- FITCH & LAVENBERG: 520, Fig. 21.

Material: 2 Otolithen (P57).

**Diskussion:** 2 Otolithen aus eigener Aufsammlung stehen zur Verfügung und stimmen gut mit dem von FITCH und LAVENBERG publizierten Material überein. Die Bestimmung (wenn auch mit Vorbehalt) bei FITCH & LAVENBERG ist aus folgenden

Gründen problematisch: Die Gattung ist heute mit 3 Arten im Westatlantik vertreten (BORTONE, 1977), wovon an den US-Küsten 2 Arten vorkommen (ROBINS et al., 1986). Von diesen rezenten Arten lagen den Autoren nur die Otolithen von *D. formosum* vor. Die fossilen Otolithen sind u.a. deutlich dicker als die der rezenten Art. Möglicherweise ist das ein Merkmal, das für eine andere Art der Gattung zutrifft. Ohne jedoch die Otolithen aller rezenten Arten zu kennen, ist der Versuch einer artlichen Bestimmung ziemlich spekulativ und macht wenig Sinn.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina.

### *Diplectrum* sp. 2

Abb. 30/12

Material: 6 Otolithen (P35).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
851(P35)	3,3	1,7	0,55	1,94	6,0

**Beschreibung:** Unter den wenigen Otolithen ist Exemplar Nr. 851 (Abb. 30/12) am besten erhalten und nur an der Spitze des Rostrums etwas beschädigt. Die anderen Otolithen sind stärker korrodiert. Der Otolith besitzt eine gestreckte Form und ist fast doppelt so lang wie hoch, wozu vor allem das lang ausgezogene Rostrum beiträgt. Caudal ist der Otolith etwas schräg abgestutzt. In Längsrichtung ist eine deutliche Biegung vorhanden, die nicht ganz durch das Dickenwachstum der Außenseite ausgeglichen wird. So bleibt sie leicht konkav, während die Innenseite leicht konvex ist. In vertikaler Richtung dagegen ist ein bikonvexer Querschnitt entwickelt. Die Skulptur der Außenseite beschränkt sich auf einige kurze, schwache Furchen im dorsalen und ventralen Randbereich, die an den Rändern zu einer flachen Undulation führen. Sonst sind nur noch einige flache, verschwommene Unebenheiten ausgebildet.

Der Dorsalrand verläuft mäßig konvex und stößt an einem weit nach hinten verschobenen Postdorsaleck an den Hinterrand, welcher kurz und steil zum wenig deutlichen Caudalende abfällt. Zwischen Rostrum und Caudalende spannt der Ventralrand einen gleichmäßigen, flach konvexen Bogen. Das Rostrum selbst ist lang ausgezogen, massiv und spitz. Vom kurzen, aber deutlich ausgebildeten Antirostrum trennt es eine kleine Excisura.

Auf der Innenseite nimmt der Sulcus eine etwa mediane Position ein. Er ist recht tief und in eine enge Cauda und ein mäßig erweitertes Ostium unterteilt. Das Ostium erreicht knapp 45% der gesamten Sulcus-Länge und ist am Collum vertieft. Die ventrale Erweiterung ist nur gering, und der Ventralrand verläuft gerade und horizontal nach vorn zur Spitze des Rostrums. Der Dorsalrand ist schräg zur Spitze des Antirostrums gerichtet. Vom Collum verläuft die Cauda zunächst horizontal nach hinten und biegt mit ihrem hinteren Drittel etwas in ven-

trale Richtung ab. Ostium und Cauda werden von den Colliculi weitgehend ausgefüllt. Während das ostiale Colliculum recht dick ist, bleibt das caudale Colliculum flach und dünn.

Die Area über dem Sulcus ist undeutlich begrenzt und ventral leicht eingesenkt, wodurch der Dorsalrand des Sulcus hier als schwache Crista superior betont wird. Unter dem Sulcus begrenzt eine randnahe Ventrallinie das umfangreiche, gewölbte und glatte Ventralfeld gegen den sehr schmalen ventralen Randbereich.

**Diskussion:** *Diplectrum*-Otolithen bilden ab Piney Point Formation einen wichtigen Anteil an den in den meisten Proben nur akzessorisch vertretenen Serranidae-Otolithen. Ihre Sulcus-Proportionen sind sehr ähnlich: Das Ostium erreicht um 45% der gesamten Sulcus-Länge und besitzt einen kurzen, schräg zum Antirostrum gerichteten Dorsalrand. Die Cauda ist überall relativ schlank und caudal nur leicht abwärts gebogen. Unterschiede ergeben sich im Umriß der Otolithen, der Dicke und Biegung, sowie der Gestaltung von Caudalende und Ostialrand. *D. walleri* und *D. sp. 2* bilden zwei gut unterscheidbare Arten aus dem Paläogen, wobei letztere aus Mangel an geeignetem Typus-Material nur in offener Nomenklatur aufgeführt werden kann. Die pliozänen Arten sind nicht sicher artlich zu bestimmen, solange die Otolithen der rezenten westatlantischen Arten nicht vollständig bekannt sind. Im Paläogen Europas kommt die Gattung *Diplectrum* ebenfalls vor. *D. gautieri* NOLF, 1988 aus dem Untereozän der Aquitaine (Frankreich) ist im Verhältnis zur Länge relativ massiv und gedrungen, was sich auch in den Sulcus-Proportionen ausdrückt. Nach den Abbildungen bei NOLF erreicht das Ostium teilweise mehr als 50% der gesamten Sulcus-Länge.

**Vorkommen:** Old Church Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Genus *Serranus* CUVIER, 1817

Typus-Art: *Perca cabrilla* LINNAEUS, 1758

### *Serranus walleri* n. sp.

Abb. 30/5-7, Taf. 16 Fig. 16

**Holotypus:** Rechte Sagitta, Nr. 1040(P67), Taf. 16 Fig. 16.

**Paratypen:** Otolithen Nr. 807(P25), 806(P42) und 853(P25), Abb. 30/5-7.

**Locus typicus:** Virginia, Hanover County, Pamunkey River bei Farm Horseshoe (loc. 24).

**Stratum typicum:** Mitteleozän, Piney Point Formation, Bed A.

**Derivatio nominis:** Nach Herrn Dr. Thomas Waller, Curator im Dpt. Paleobiology, Smithsonian Institution, Washington D.C.

**Diagnose:** Ein auf Otolithen basierende fossile *Serranus*-Art mit kleinen, massiven und gestreckten Otolithen. Rostrum lang und spitz, Caudalende verjüngt. Sulcus mit schmalen, langem Ostium, Cauda hinten nur wenig abwärts gebogen.

**Material:** P25(2), P42(1), P67(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OL/OH	
	1,6	0,8	2,0	Paratypus
	2,5	1,3	1,92	Paratypus
				Holotypus

**Beschreibung:** Die nachfolgende Beschreibung orientiert sich am Holotypus. Der Otolith besitzt einen langovalen, durch das verjüngte Caudalende und das spitze, lange Rostrum fast schon spindelförmigen Umriß. Er ist relativ massiv und in der Längsachse etwas gebogen. Das Dickenwachstum der Außenseite kompensiert deren konkave Anlage nicht ganz. Sie bleibt daher schwach konkav, während die Innenseite deutlich konvex ist. In vertikaler Richtung sind beide Seiten etwa gleich konvex. Auf der Außenseite laufen breite, flache Rippen nach innen bis zu einer supramedian liegenden Längsdepression. Die ähnliche ventrale Skulptur hingegen bleibt kurz und die Rippen sind auf den Randbereich beschränkt. Der Dorsalrand verläuft unter gleichmäßig konvexer Biegung, ohne Eckenbildung im mittleren bis vorderen Bereich, ebenso der Ventralrand. Beide Ränder sind annähernd glatt. Weit hinten Endet der Dorsalrand in einem deutlichen Postdorsaleck. Von hier aus fällt der kurze Hinterrand schräg ab und stößt an einer weiteren Ecke auf den Ventralrand. Insgesamt erscheint das verjüngte Caudalende etwas ausgezogen und verlängert. Am Vorderrand dominiert das massive, spitze Rostrum, während das Antirostrum und die Excisura nur durch eine konkave Einbuchtung des Ostialrandes angedeutet sind.

Der Sulcus ist relativ eng und tief. Er liegt supramedian und ist horizontal ausgerichtet. Das Ostium erreicht recht genau 45% der Gesamtlänge des Sulcus und ist am Collum nur wenig erweitert, aber deutlich vertieft. Der Ventralrand des Ostiums verläuft gerade und horizontal nach vorn zur Spitze des Rostrums. Der sehr kurze Dorsalrand hingegen ist leicht schräg aufgerichtet und endet am Ostialrand in einer stumpfen Ecke (angedeutetes Antirostrum). Die Cauda zieht vom Collum aus zunächst horizontal nach hinten und biegt dann ganz schräg nach unten ab. Flache Colliculi bedecken den Boden von Ostium und Cauda. Über dem Sulcus befindet sich eine längliche, glatte Area. Sie ist ventral vertieft und ihre Grenze zum Sulcus bildet eine leistenartige Crista superior. Unter dem Sulcus bildet das glatte Ventralfeld eine schwach gewölbte Fläche, vom schmalen Randsaum durch die feine, randnahe Ventrallinie getrennt. Vom Hinterrand der Cauda führt eine flache postcaudale Depression zum Ventralrand, der an ihrer Mündung etwas eingedellt ist.

**Ontogenie und Variabilität:** Die im Verhältnis dicken und noch wenig gebogenen juvenilen Otolithen besitzen ein spitzeres Caudalende. Sie zeichnen sich weiterhin durch eine kräftige Jungenskulptur aus, vor allem im dorsalen Bereich. Diese ist auch noch bei mittelgroßen Exemplaren vorhanden und glättet erst in den letzten Wach-

tumsstadien allmählich aus. Das Dickenwachstum bleibt hinter dem Längenwachstum zurück und die Otolithen werden dünner, parallel dazu nimmt die Biegung zu. Bei einigen Individuen (vor allem juvenile) schließlich sind auch das Antirostrum und die Excisura etwas besser abgesetzt. Das lange Rostrum und die Biegung der Cauda erhalten erst bei den Subadulti ihre charakteristische Form, ebenso das eckige Caudalende.

**Diskussion:** Die Otolithen können am besten mit denen von *Serranus* verglichen werden (z.B. *S. scribe* aus dem Mittelmeer, Abb. 74/4). Die Gattung ist nach ROBINS et al. (1986) mit 13 Arten an den atlantischen US-Küsten verbreitet.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

*Serraninae*, genus indet.

### "genus *Serraninarum*" sp. 1

Abb. 30/14-17

**Material:** 9 Otolithen: P15(1), P14(3), P9(1), P59(3), P61(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
871(P14)	5,6	2,8	0,9	2,0	6,22

**Beschreibung:** Otolith Nr. 871(P14) ist vollständig und gut erhalten. An ihm orientiert sich die nachfolgende Beschreibung. Der Otolith besitzt einen sehr langgestreckt ovalen Umriß, mit deutlich betontem, etwas ausgezogenem Caudalende und stumpfem Rostralende. Er ist in horizontaler Richtung schwach gebogen, mit etwa ebener Außen- und konvexer Innenseite. In vertikaler Richtung sind beide Seiten schwach konvex gewölbt. Die Außenseite trägt eine Skulptur aus flachen, irregulären Erhebungen im Zentrum sowie kurzen, flachen Rippen und Furchen in den Randbereichen. Die randliche Skulptur ist radial ausgerichtet und dorsal wesentlich kräftiger und länger als ventral. Daher fällt die Zackung des Dorsalrandes auch viel stärker aus als ventral.

Am gleichmäßig konvexen Dorsalrand fehlt jegliche Eckenbildung. Er geht vorn fließend in den Vorderrand über, hinten in das gerundete Caudalende. Der Ventralrand verläuft ähnlich konvex wie der Dorsalrand, besitzt aber nur eine schwache Kerbung. Am Vorderrand ist ein kurzes, massives und stumpf gerundetes Rostrum entwickelt, Excisura und Antirostrum fehlen.

Der Sulcus liegt leicht supramedian und teilt sich in eine kürzeres Ostium und eine deutlich längere Cauda. Das außerordentlich enge Ostium ist gegenüber der Cauda nur wenig erweitert und am Collum vertieft. Sein Ventralrand zieht etwa horizontal nach vorn, der Dorsalrand ist etwas schräg gestellt. Die relativ enge und tiefe Cauda verläuft zunächst horizontal und biegt mit ihrer hinteren Hälfte leicht nach unten ab. Ostium und Cauda werden von den Colliculi ausgefüllt. Die Area über dem Sulcus ist unscharf begrenzt und ventral

leicht eingetieft. Die Ventrallinie verläuft extrem randnah, so daß fast der gesamte Ventralbereich unter dem Sulcus vom gestreckten und glatten Ventralfeld ausgefüllt wird.

**Ontogenie und Variabilität:** Otolith Nr. 860 (Abb. 30/15) ist am Vorderrand beschädigt (das gesamte Abb. Rostrum fehlt). Das Caudalende ist noch stärker ausgezogen als beim vorstehend beschriebenen Otolithen. Die Skulptur des Dorsalrandes ist feiner und mehrirregulär. Dies sind Hinweise auf eine recht variable Gestaltung der Skulptur und der Ränder. Die Sulcuspomorphologie der Otolithen hingegen variiert nur gering.

**Diskussion:** siehe unter "genus *Serraninarum*" sp. 2 (nachfolgend behandeltes Taxon).

**Vorkommen:** St. Marys Formation, Maryland.

### "genus *Serraninarum*" sp. 2

Abb. 30/13

**Material:** 1 Otolith (P22).

**Diskussion:** Bei sehr ähnlicher Größe und genereller Morphologie unterscheidet sich der Otolith in einigen Details so deutlich von "genus *Serraninarum*" sp. 1, daß der nicht zum gleichen Taxon gestellt werden kann. Das Caudalende ist etwas abweichend gestaltet und das Hinterende der Cauda biegt etwas deutlicher abwärts. Da kaum Vergleichsmaterial rezenter westatlantischer Serranidae zur Verfügung steht, muß die generische Bestimmung vorläufig offen bleiben.

**Vorkommen:** Eastover Formation (Cobham Bay Member), Virginia (Rappahannock River).

### Subfamilia *Epinephelinae*

Genus *Epinephelus* Bloch, 1793.

Typus-Art: *Epinephelus marginalis* BLOCH, 1793.

#### *Epinephelus* sp. 1

Abb. 30/18-19

**Material:** 3 Otolithen (P14).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	
863(P14)	2,5	1,2	0,3	Länge unvollst.
864(P14)	2,5	1,4	0,3	Länge unvollst.

**Beschreibung:** Unter den wenigen vorhandenen Otolithen befindet sich kein vollständiges Exemplar. Die Otolithen sind im Verhältnis zur Länge außerordentlich dünn und fragil, vor allem das Rostrum, dessen Spitze generell weggebrochen ist. Sie sind wesentlich länger als hoch, caudal gerundet, ostial zugespitzt und in horizontaler Richtung nur sehr leicht gebogen, mit etwas konvexer Innen- und schwach konkaver bis annähernd ebener Außenseite. In vertikaler Richtung ist die Innenseite nahezu eben, die Außenseite schwach konvex gewölbt. Eine flache, verschwommene Depression nimmt das Zentrum der Außenseite ein.

Die fächerförmig gestellten, flachen Rippen und Furchen reichen von den Rändern her nicht in diesen Zentralbereich der Außenseite und führen zu einer recht kräftigen Zackung der Ränder.

Am leicht konvexen Dorsalrand ist kurz vor der Mitte ein stumpfes Prädorsaleck angedeutet. Hinten vermittelt ein gerundetes Postdorsaleck zum stärker konvexen Hinterrand. Der Ventralrand verläuft gleichmäßiger und stärker konvex als der Dorsalrand. Am Vorderrand dominiert das gut entwickelte Rostrum, dessen Spitze jedoch in keinem Falle erhalten ist. Nach der Konvergenz der Ränder zu urteilen, ist ein mäßig langes und spitzes Rostrum anzunehmen. Die Ausbildung von Excisura und Antirostrum unterliegt beträchtlicheren Schwankungen. Bei Nr. 863 (Abb. 30/18) sind beide kaum ausgebildet, bei Otolith Nr. 864 (Abb. 30/19) kurz, breit und gut abgrenzbar.

Der Sulcus liegt etwas suprmedian und ist in ein kurzes Ostium und eine lange, gestreckte Cauda unterteilt. Das Ostium erweitert sich am Collum nur wenig gegenüber der Cauda, ventral etwas mehr als dorsal. Die mäßig weite und relativ tiefe Cauda zieht zunächst etwa horizontal vom Collum aus nach hinten und biegt mit etwa dem letzten Drittel ihrer Länge leicht in ventraler Richtung ab. Ein flaches Colliculum bedeckt den Boden der Cauda. Das ostiale Colliculum ist etwas dicker, trotzdem ist das Ostium am Collum deutlich gegenüber der Cauda vertieft.

Über dem Sulcus erstreckt sich die niedrige, glatte Area. Sie ist ventral etwas vertieft, wodurch der mittlere Teil des Dorsalrandes des Sulcus als Crista betont wird. Unter dem Sulcus trennt die mäßig randnahe Ventrallinie das schwach gewölbte Ventralfeld vom Randsaum. Die randliche Skulptur greift nicht auf das glatte Ventralfeld über.

**Diskussion:** Siehe unter *Epinephelus* sp. 3.

**Vorkommen:** St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland.

#### *Epinephelus* sp. 2

Abb. 30/20-21

**Material:** 3 Otolithen (P35).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	
875(P35)	4,3	2,9	0,6	Länge unvollst.
873(P35)	3,9	2,4	0,6	Länge unvollst.

**Beschreibung:** Die Otolithen dieses Taxons unterscheiden sich durch ihre gedrungene, höhere Gestalt und eine etwas stärkere Biegung in der Längsachse vom vorstehend beschriebenen. Durch das stärker betonte Postdorsaleck und den schräg abgestutzten Hinterrand, mit deutlich ausgebildetem, eckigen Caudalende, ergeben sich auch deutliche Differenzen im Umriß.

Auch der Sulcus zeigt einige bemerkenswerte Unterschiede. Die Cauda ist weiter, etwas stärker geschwungen und hinten im Bereich der Biegung noch etwas erweitert. Im Verhältnis dazu erscheint

das Ostium durch seine geringe Erweiterung außerordentlich schmal. Die Verhältnisse am Vorder- und Vorderrand sind nicht mehr zu diagnostizieren, da bei den wenigen Otolithen generell das Rostrum in seiner gesamten Länge weggebrochen ist.

**Diskussion:** Siehe unter *Epinephelus* sp. 3.

**Vorkommen:** Oberoligozän (Old Church Formation), Virginia (Pamunkey River-Sektion, Bottoms Bridge).

### *Epinephelus* sp. 3

Abb. 30/23

**Material:** 1 Otolithen (P38).

**Beschreibung:** Der Otolith ist etwas korrodiert, aber noch gut erhalten. Er ist sehr langge-

streckt und besitzt einen flach konvexen Dorsal- und Ventralrand. Das Caudalende ist gerundet, vorn läuft der Otolith in einem stumpfen, massiven Rostrum aus. In Längsrichtung ist der dünne Otolith leicht gebogen, die Außenseite schwach konkav, fast plan, die Innenseite flach konvex. In vertikaler Richtung bleibt die Außenseite ebenfalls flach, fast eben, und die Innenseite konvex.

Der Sulcus liegt etwas suprmedian und ist horizontal ausgerichtet. Sein Ostium bleibt kurz, nur wenig erweitert, aber am Collum deutlich vertieft. Vom Collum aus erstreckt sich die mäßig weite, tiefe Cauda ein langes Stück horizontal nach hinten und biegt mit dem letzten Drittel ihrer Länge schräg abwärts. Dorsal trennt eine schmale Crista superior den Sulcus von der etwas vertieften, längi-

### Abb. 31

Abb. 31/1-3: "genus aff. *Orthopristis*" sp.

1a-b: rechte Sagitta Nr. 907(P68), a: Innenseite, b: ventral; 2a-b: linke Sagitta Nr. 906(P67), a: Innenseite, b: ventral; 3: linke Sagitta Nr. 912(P67), Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 31/4-5: "genus aff. *Parapristipoma* aff. *kokeni* (LERICHE, 1905)

4a-b: rechte Sagitta Nr. 910(P68), a: Innenseite, b: ventral; 5a-b: rechte Sagitta Nr. 144(P38), a: Innenseite, b: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 31/6-11: "genus aff. *Isacia*" *elongatus* n. sp.

6: juvenile rechte Sagitta Nr. 232(P34), Paratypus, Innenseite; 7: juvenile rechte Sagitta Nr. 233(P34), Paratypus, Innenseite; 8: juvenile linke Sagitta Nr. 220(P38), Paratypus, Innenseite; 9: mittelgroße linke Sagitta Nr. 221(P38), Paratypus, Innenseite; 10: mittelgroße rechte Sagitta Nr. 146(P38), Innenseite; 11a-c: adulte rechte Sagitta Nr. 143(P38), Holotypus, a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 31/12: *Haemulon sciurus* (Bluestriped Grunt) rechte Sagitta, Innenseite; rezent, Florida, coll. A. Müller.

Abb. 31/13: *Anisotremus virginicus* (Porkfish) rechte Sagitta, Innenseite; rezent, Florida, coll. A. Müller.

Abb. 31/14: *Haemulon plumieri* (White Grunt) rechte Sagitta, Innenseite; rezent, Florida, coll. A. Müller.

Abb. 31/15: *Haemulon flavolineatus* (French Grunt) linke Sagitta, Innenseite; rezent, Florida, coll. A. Müller.

Abb. 31/16-17: *Haemulon* sp. rechte Sagittae Nr. 785(P57) und 784(P57), Innenseite; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 31/18-19: *Morone saxatilis* (White Perch) rechte Sagittae, Innenseite, rezent, Patuxent River, coll. A. Müller.

Abb. 31/20-22: *Morone americanus* (Rockfish) 20-21: rechte Sagittae, 22: linke Sagitta, Innenseite, rezent, Patuxent River, coll. A. Müller.

Abb. 31/23-26: "genus Pomadasyidarum?" sp. 1 23a-c: rechte Sagitta Nr. 846(P22), a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; 24a-c: linke Sagitta Nr. 84(P22), a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; 25a-b: linke Sagitta Nr. 85(P22), a: Innenseite, b: ventral; 26a-b: linke Sagitta Nr. 847(P22), a: Innenseite, b: ventral; Eastover Formation (Cobham Bay Member), Virginia (Rappahannock River, Burhans Wharf).

Abb. 31/27a-c: "genus Pomadasyidarum?" sp. 2 linke Sagitta Nr. 138(P57), a: Innenseite, b: Außenseite, c: ventral; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 31/28-31: *Morone lateostialis* n. sp. 28: subadulte linke Sagitta Nr. 780(P49), Paratypus, Innenseite; 29: juvenile linke Sagitta Nr. 788(P52), Paratypus, Innenseite; 30: subadulte linke Sagitta Nr. 781(P49), Paratypus, Innenseite; 31a-e: adulte linke Sagitta Nr. 414(P49), Holotypus, a: Innenseite, b: ostial, c ventral, d: Außenseite, e: caudal; Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (28,30, 31: Silverdale, 29: Haywood Landing).

### Fig. 31

Fig. 31/1-3: "genus aff. *Orthopristis*" sp.

1a-b: right sagitta No. 907(P68), a: inner face, b: ventral; 2a-b: left sagitta No. 906(P67), a: inner face, b: ventral; 3: left sagitta No. 912(P67), inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 31/4-5: "genus aff. *Parapristipoma* aff. *kokeni* (LERICHE, 1905)

4a-b: right sagitta No. 910(P68), a: inner face, b: ventral; 5a-b: right sagitta No. 144(P38), a: inner face, b: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 31/6-11: "genus aff. *Isacia*" *elongatus* n. sp.

6: juvenile right sagitta No. 232(P34), paratype, inner face; 7: juvenile right sagitta No. 233(P34), paratype, inner face; 8: juvenile left sagitta No. 220(P38), paratype, inner face; 9: middle sized left sagitta No. 221(P38), paratype, inner face; 10: medium-sized right sagitta No. 146(P38), inner face; 11a-c: adult right sagitta No. 143(P38), holotype, a: inner face, b: ventral, c: outer face; inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 31/12: *Haemulon sciurus* (Bluestriped Grunt) right sagitta, inner face; recent, Florida, coll. A. Müller.

Fig. 31/13: *Anisotremus virginicus* (Porkfish) right sagitta, inner face; recent, Florida, coll. A. Müller.

Fig. 31/14: *Haemulon plumieri* (White Grunt) right sagitta, inner face; recent, Florida, coll. A. Müller.

Fig. 31/15: *Haemulon flavolineatus* (French Grunt) left sagitta, inner face; recent, Florida, coll. A. Müller.

Fig. 31/16-17: *Haemulon* sp. Right sagittae No. 785(P57) und 784(P57), inner face; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 31/18-19: *Morone saxatilis* (White Perch) Right sagittae, inner face, recent, Patuxent River, coll. A. Müller.

Fig. 31/20-22: *Morone americanus* (Rockfish) 20-21: right sagittae, 22: left sagitta, inner face, recent, Patuxent River, coll. A. Müller.

Fig. 31/23-26: "genus Pomadasyidarum?" sp. 1

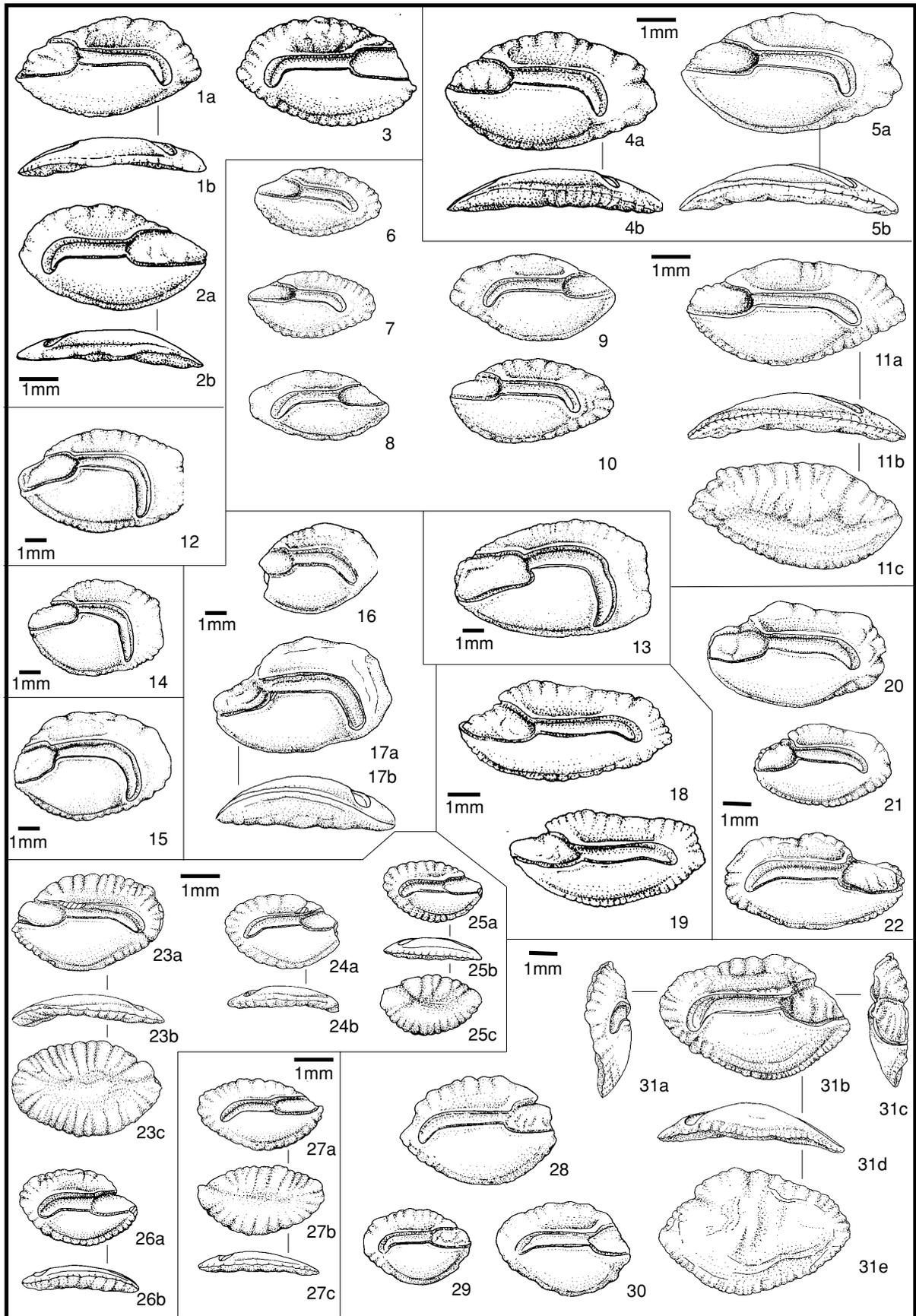
23a-c: right sagitta No. 846(P22), a: inner face, b: ventral, c: outer face; 24a-c: left sagitta No. 84(P22), a: inner face, b: ventral, c: outer face; 25a-b: left sagitta No. 85(P22), a: inner face, b: ventral; 26a-b: left sagitta No. 847(P22), a: inner face, b: ventral; Eastover Formation (Cobham Bay Member), Virginia (Rappahannock River, Burhans Wharf).

Fig. 31/27a-c: "genus Pomadasyidarum?" sp. 2

left sagitta No. 138(P57), a: inner face, b: outer face, c: ventral; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 31/28-31: *Morone lateostialis* n. sp.

28: subadulte left sagitta No. 780(P49), paratype, inner face; 29: juvenile left sagitta No. 788(P52), paratype, inner face; 30: subadulte left sagitta No. 781(P49), paratype, inner face; 31a-e: adulte left sagitta No. 414(P49), holotype, a: inner face, b: ostial, c ventral, d: outer face, e: caudal; Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (28,30, 31: Silverdale, 29: Haywood Landing).



chen und glatten Area. Unter dem Sulcus nimmt das schwach gewölbte, niedrige Ventralfeld fast den gesamten Platz ein, da die randnahe Ventrallinie nur Raum für einen schmalen Randsaum läßt.

**Diskussion:** Die Otolithen der drei Taxa repräsentieren drei gute Arten, die wegen des unzureichenden und zur Typisierung ungeeigneten Materials aber nicht aufgestellt werden. Die dünnen Otolithen der Gattung *Epinephelus* werden selten gefunden und es existieren nur wenige valide fossile Arten aus dem Eozän Europas: *E. crenulatus* (STINTON, 1980), *E. plicatus* STINTON, 1978 und *E. postangulatus* NOLF, 1973. Einige weitere von STINTON, 1978 aufgestellte Arten (*E. nodosus*, *E. constrictus*, Eozän von England) sind zu verwerfen, da sie auf schlechtem, nicht interpretierbarem Material begründet wurden.

**Vorkommen:** Piney Point Formation (Bed C), Virginia (Pamunkey River-Sektion, Bottoms Bridge).

### "genus aff. *Epinephelus*" sp. 1

Abb. 30/22

Material: 2 Otolithen (P15).

**Beschreibung:** Der abgebildete Otolith ist nur sehr unvollständig erhalten. Es fehlt die gesamte vordere Partie. Immerhin erkennt man eine sehr gestreckte Form, bei geringer Dicke und Biegung in horizontaler Richtung. Auffällig ist das stark ausgezogene, schräg abgestutzte Caudalende mit deutlicher Spitze, weit nach ventral verschoben. Am mäßig konvexen Dorsalrand ist eine weitspannige Wellung ausgebildet, die ventrale Skulptur ist feiner und weniger deutlich. Vom Sulcus ist noch die gesamte Cauda überliefert. Sie ist relativ eng, tief und mit ihrem Hinterende ventral abgelenkt. Sie endet kurz vor dem Ventralrand. Eine deutliche postcaudale Depression setzt sich als Furche in das Hinterende der Cauda fort. Vorn ist gerade noch die beginnende Eintiefung und Erweiterung des Ostiums erkennbar. Mehr ist vom Ostium nicht erhalten.

**Diskussion:** In Umriß und Sulcusproportionen kommen die Otolithen denen von *Epinephelus* sehr nahe. Die starke dorsale Skulptur ist jedoch etwas abweichend vom normalen *Epinephelus*-Muster.

**Vorkommen:** Calvert Formation (Plum Point Marl Member, Bed 10), Maryland.

### Familia Pomadasyidae R EGAN, 1913

Genus *Isacia* GIRARD, 1859

Typus-Art: *Isacia conceptionis* (CUVIER, 1830)

### "genus aff. *Isacia*" *elongatus* n. sp.

Abb. 31/6-11

?1965 *Allomorone burlisonis* DANTE & FRIZZELL: 703, Taf. 87 Fig. 5, 10, 15.

**Holotypus:** Rechte Sagitta Nr. 143(P38), Abb. 31/11.

**Paratypen:** Otolithen Nr. 232(P34), 146(P38), 233(P34), 220(P38), 221(P38), Abb. 79/6-10.

**Locus typicus:** Virginia, Henrico County, Sand & Gravel Pit Bottoms Bridge am Chickahominy River (loc.22).

**Stratum typicum:** Mitteleozän, Piney Point Formation.

**Derivatio nominis:** von lat. "elongatus" = verlängert, nach der langgestreckten Otolithenform.

**Diagnose:** Eine auf Otolithen begründete fossile Art der Gattung *Parapristipoma* mit sehr gestreckten und relativ dünnen Otolithen. Otolithen in Längsrichtung gebogen, Innenseite konvex, Außenseite konkav. Rostrum massiv, Hinterende schräg abgestutzt. Sulcus suprmedian, horizontal ausgerichtet, mit sehr enger und tiefer Cauda, hinten deutlich ventral abgelenkt. Ostium relativ kurz (ca. 40% der Sulcus-Länge), mäßig erweitert.

**Material:** P25(58), P31(2), P32(2), P33(3), P34(13), P41(3), P42(11), P43(1), P67(1), P68(7), P38(10).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
232(P34)	3,3	1,9	--	1,73	--	Paratypus
233(P34)	3,3	1,8	--	1,83	--	Paratypus
220(P38)	3,7	1,9	--	1,95	--	Paratypus
164(P38)	3,7	1,9	--	1,95	--	Paratypus
221(P38)	4,3	2,4	--	1,79	--	Paratypus
143(P38)	5,7	2,9	1,8	1,97	5,7	Holotypus

**Beschreibung:** Zum Holotypus wurde ein großer, perfekt erhaltener Otolith bestimmt. Der Otolith ist stark verlängert und der L/H-Index beträgt ziemlich genau 2. Er ist in Längsrichtung stärker gebogen, bei konvexer Innen- und konkaver Außenseite. In vertikaler Richtung steht der konvexen Innenseite eine etwa plane, inframedian etwas eingesenkte Außenseite gegenüber. Die Außenseite trägt eine Skulptur aus flachen, radial angeordneten und flachen Rippen, getrennt schwach vertiefte Furchen. Dorsal ist diese Skulptur gröber und reicht weiter nach innen als die kurze ventrale Skulptur. Auf der Außenseite erstreckt sich etwa zentral eine etwas verdickte Zone, die aus einzelnen irregulären, flachen Erhebungen besteht. Darunter befindet sich eine leicht eingesenkte Längsdepression. Die Skulptur der Außenseite führt zu einer Undulation an den Rändern, dorsal schwächer und irregulärer als caudal und ventral.

Am Ventralrand ist ein stumpf gerundetes Prädorsaleck und ein scharf betontes Postdorsaleck entwickelt. Dazwischen verläuft der Dorsalrand nur ganz leicht konvex. Der Hinterrand ist kurz und fällt schräg zum zugespitzten Caudalende ab. Der längere Vorderrand führt vom Prädorsaleck ebenfalls schräg abwärts zum massiven, mäßig langen Rostrum. Zwischen Rostrum und Caudalende verläuft der Ventralrand sehr gleichmäßig konvex.

Der Sulcus liegt suprmedian, horizontal orientiert und ist in eine lange, enge und tiefe Cauda, sowie ein kurzes, deutlich erweitertes Ostium unterteilt. Das Ostium erreicht genau 40% der Gesamtlänge des Sulcus und ist sowohl ventral als auch dorsal etwa im gleichen Maße erweitert. Nach der anfänglichen Biegung des Ventralrandes am Collum läuft dieser horizontal weiter nach vorn zur

Spitze des Rostrums. Der wesentlich kürzere Dorsalrand ist etwas schräg zum Antirostrum gerichtet. Letzteres und die Excisura sind nur angedeutet. Vom Collum aus erstreckt sich die Cauda über etwa 2/3 der Gesamtlänge gerade und horizontal nach hinten und biegt dann deutlich in ventraler Richtung ab. Sie endet abgerundet verschlossen mit ziemlichen Abstand vor dem Ventralrand. Eine postcaudale Depression ist nicht vorhanden. Ein dünnes, ebenes Colliculum bedeckt den Boden der Cauda. Das ostiale Colliculum ist dicker und oberflächlich uneben, vor allem am Ostialrand.

Dorsal begleitet eine längliche, ventral vertiefte Area den Sulcus, getrennt durch die leistenförmige Crista superior. Diese erlischt über der Biegung des Hinterendes der Cauda. Eine Crista inferior ist nicht vorhanden. Das gewölbte und glatte Ventralfeld nimmt den größten Teil der Ventralregion ein, da die Ventrallinie sehr randnah verläuft und nur wenig Raum für den Randsaum bleibt. Die Ventrallinie steigt caudal und ostial leicht an und entfernt sich dabei etwas vom Ventralrand.

**Ontogenie und Variabilität:** Kleinere Otolithen sind etwas dicker und weniger gebogen als die Adulti. Sie sind in der Regel reicher skulpturiert, während die Ecken am Dorsalrand noch nicht so betont sind. Dadurch erscheint das Caudalende gleichmäßiger rund. Mit zunehmendem Wachstum glättet die Skulptur aus und kann vor allem ventral weitgehend erlöschen. Parallel dazu nimmt die Biegung der Otolithen etwas zu. An den Proportionen des Sulcus ändert sich wenig, lediglich der Lo/Ls-Index verändert sich leicht, von 0,45 bei juvenilen auf etwa 0,40 bei den Adulti. Das bedeutet, daß die Cauda im Verhältnis zum Ostium noch etwas an Länge zulegt. Bei den Adulti bleiben die Verhältnisse dann recht konstant. Bei manchen Otolithen (Abb. 31/8) ist die Cauda hinten etwas stärker gebogen als durchschnittlich zu beobachten. Insgesamt ist die Variabilität aber sehr begrenzt und die Art läßt sich gut definieren, ohne weit vom Typus liegende Extremvarianten.

**Diskussion:** Die Art gehört zu den häufigsten Percoidei-Taxa der Piney Point Formation und ist in allen Proben mehr oder weniger reich vertreten. Eine ähnliche Form wurde von DANTE & FRIZZELL (1965) als *Allomorone burlsonis* DANTE & FRIZZELL, 1965 beschrieben (Claibornean der Golfküste). Die Art ist wegen gravierender Fehler der Autoren (nicht nach IRZN-Regeln beschrieben, Holotypus nicht abgebildet) nicht valide. Die Proportionen stimmen nach der Originaldiagnose gut mit den vorliegenden Otolithen überein (L/H-Index, Biegung und Sulcus-Morphologie). Allerdings ist der abgebildete Paratypus ein deutlich korrodierter, juveniler Otolith und nicht sicher interpretierbar. Ich ordne dieses Taxon daher mit Vorbehalt "genus aff. *Isacia*" *elongatus* n. sp. zu. Es könnte sich aber auch um eine eigenständige Art handeln. Als eng verwandte Art ist *Otolithus* (*Carangidarum*) *americanus* KOKEN (1888: 277-278, Taf. 17 Fig. 1-3) zur gleichen Gruppe zu stellen. Diese Art aus dem

Obereozän (Jacksonian) der Golfküste ist deutlich gedrungener im Umriss, und die Ventrallinie verläuft nicht so extrem randnah. Die Otolithen lassen sich damit sicher von "genus aff. *Isacia*" *elongatus* n. sp. abgrenzen.

Die von DANTE & FRIZZELL, 1965 aufgestellte Gattung *Allomorone* ist vielleicht als Synonym von *Isacia* anzusehen oder steht der Gattung wenigstens recht nahe. Da die Typusart verworfen ist, ist auch die Gattung invalide. In dieser Arbeit wird ohnehin auf die Verwendung fossiler Gattungen auf Otolithenbasis verzichtet. Weitere Diskussionen folgen unter "genus aff. *Parapristipoma*" aff. *kokeni*.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Genus *Parapristipoma* BLEEKER, 1873

Typus-Art: *Perca trilineata* THUNBERG, 1793

**"genus aff. *Parapristipoma*" aff. *kokeni*  
(LERICHE, 1905)**

Abb. 31/4-5

aff.\*1965 *Percidarum kokeni* LERICHE: 162, Taf. 19 Fig. 1-8.

aff. 1965 genus *Pomadasyidarum kokeni*, - NOLF & CAPETTA: 263 (dort weitere Synonymie).

aff. 1965 "genus *Pomadasyidarum*" *kokeni*, - STEURBAUT & NOLF: 337, Taf. 4 Fig. 19-20.

**Material:** 11 Otolithen: P33(3), P34(3), P67(2), P68(2), P38(1).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
4 (P25)	5,0	2,8	0,96	1,79	5,21
144 (P38)	5,8	3,2	1,1	1,81	5,27

**Beschreibung:** Die Beschreibung orientiert sich an der perfekt erhaltenen rechten Sagitta Nr. 144(P38). Der in der Längsachse gebogen, recht dünne Otolith zeigt eine konkave Außen- und eine konvexe Innenseite. In vertikaler Richtung sind beide Seiten flach konvex. Am Dorsalrand steht das Prädorsaleck in mitdorsaler Position. Von hier aus fällt er schräg nach vorn zum Antirostrum und nach hinten zum Postdorsaleck ab. Das Postdorsaleck leitet in den schräg abgestutzten, kurzen Hinterrand über. Eine weitere stumpfe Ecke markiert das Caudalende. Hier setzt der Ventralrand an und vermittelt im regulär konvexen Bogen zum Rostrium. Die Ränder sind gewellt, vor allem dorsal und caudal, der Ventralrand glättet nach vorn aus. Die Wellung der Ränder korrespondiert mit der Skulptur der Außenseite, die aus flachen, verschwommenen und radial orientierten Furchen und Rippen besteht.

Der supramediane, horizontale Sulcus teilt sich in ein kurzes, spatelförmiges Ostium und eine lange, enge und tiefe Cauda. Am Collum vertieft sich das Ostium, erweitert sich dorsal und ventral nur wenig. Das kurze Hinterende der Cauda ist scharf nach unten abgebogen. Die Ventrallinie verläuft sehr randnah und läßt nur Platz für einen schmalen Randsaum. Sie steigt hinten zum Hinter-

ende der Cauda etwas an. Dorsal begleitet eine niedrige, ventral vertiefte Area den Sulcus, von letzterem durch eine leistenförmige Crista superior getrennt.

**Ontogenie und Variabilität:** Bei juvenilen Otolithen zeigt sich das Percoidei-übliche Muster. Die Ecken sind noch nicht scharf ausgebildet, was zu einem mehr ovalen Umriß führt. Sie sind auch relativ dicker, weniger gebogen und besitzen eine stärkere Skulptur. Die diagnostisch sichere Grenze liegt bei mehr als mittelgroßen Exemplaren, wo sich die Verhältnisse den Adulti auseichend annähern.

**Diskussion:** Vor allem im Eozän Europas und Nordamerikas ist eine Gruppe von Pomadasyidae verbreitet, deren Otolithen sich durch eine relativ gestreckte Form auszeichnen und einen wenig differenzierten Sulcus, dessen Ostium relativ schmal und spatelförmig ist, verbunden mit einer engen, langen und hinten nur kurz abgelenkten Cauda. Dazu gehören *Orthopristis*, *Parapristipoma*, *Isacia* und einige verwandte Formen, die vielleicht ausgestorbenen Gattungen zugerechnet werden können. Die Otolithen von *Isacia* sind recht gestreckt. Das Ostium ist schmal, die Cauda eng und hinten ± deutlich abgelenkt. Die Otolithen von *Orthopristis* und *Parapristipoma* sind etwas gedrungener und stärker gebogen, die Außenseite in Längsrichtung stets mehr oder weniger deutlich konkav. Das kurze Hinterende der Cauda ist schärfer abwärts gebogen. Otolithen von *Isacia* [*I. conceptionis* (CUVIER, 1830)] besitzen bei gestreckt pentagonalem Umriß ein spitzes Caudalende. Markant sind die Sulcusproportionen: Die Cauda ist in Relation zum schmal spatelförmigen Ostium kurz und hinten nur wenig abgelenkt.

Die amerikanischen Otolithen stehen der westeuropäischen Art "genus aff. *Parapristipoma*" *kokeni* sehr nahe und können der Art mit etwas Vorbehalt zugeordnet werden. Vom Umriß her ähnlich ist auch *Orthopristis trewavasae* NOLF & LAPIERRE, 1979 aus dem Miozän des Pariser Beckens. Diese Otolithen sind jedoch dicker und besitzen eine stärker konvexe Innenseite. Insgesamt sind in Europa inzwischen etliche paläogene Arten aus diesem Formenkreis plesiomorpher Pomadasyidae aufgestellt worden. Die generischen Bestimmungen erscheinen teilweise revisionsbedürftig und nach Auswertung des reichen amerikanischen Materials aus dem Paläogen der Golfküste (NOLF, in Vorbereitung) ist sicher eine Neubewertung fällig.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Genus *Orthopristis* GIRARD, 1859

Typus-Art: *Orthopristis duplex* GIRARD, 1859

**"genus aff. *Orthopristis*" sp.**

Abb. 31/1-3

Material: P31(1), P38(2).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
906(P67)	4,4	2,3	0,7	1,91	6,29
907(P38)	4,4	2,8	0,8	1,57	5,5
908(P67)	4,5	2,6	0,8	1,73	5,63

**Beschreibung:** Die am besten erhaltene, subadulte bis adulte Sagitta Nr. 907/P38 dient als Basis der nachfolgenden Beschreibung. Der länglich ovale, rostral zugespitzte und caudal schräg abgeschnittene, ziemlich dünne Otolith ist in der Längsachse gebogen, wodurch die Innenseite konvex, die Außenseite leicht konkav ausgebildet ist, ebenso in vertikaler Richtung. Der Dorsalrand fällt schräg vom Postdorsaleck nach vorn ab, bei schwach konvexem Verlauf. Ein Prädorsaleck fehlt. Vom Postdorsaleck führt der Hinterrand schräg zum etwas inframedian liegendem Caudalende. Der Ventralrand bildet einen regulär konvexen Bogen zwischen Caudalende und Rostrum. Die Ränder sind dorsal und caudal deutlich gezähnt, ventral bleibt die Zähnelung sehr schwach. Vorn dominiert das mäßig lange, massive Rostrum, Excisura und Antirostrum sind nur rudimentär ausgeprägt. Die Außenseite trägt eine Skulptur aus flachen, randlichen, radial gestellten Rippen und Furchen, dorsal und caudal länger und kräftiger als ventral. Im Zentrum der Außenseite liegen einige flache, irreguläre Erhebungen.

Der Sulcus liegt horizontal, suprmedian und teilt sich in ein relativ deutlich erweitertes, spatelförmiges Ostium und eine wesentlich längere, enge und tiefe Cauda. Das Ostium ist am etwas verengten Collum vertieft, erweitert sich dorsal und ventral gleichmäßig, und ist vollständig vom ziemlich dicken ostialen Colliculum ausgefüllt. Vom Collum aus verläuft die Cauda zunächst horizontal nach hinten und biegt mit knapp dem letzten Drittel ihrer Länge scharf nach unten ab. Das caudale Colliculum bleibt sehr flach und bedeckt nur den Boden der tiefen Cauda. Dorsal begleitet eine längliche, glatte und etwas vertiefte Area den Sulcus, vom Sulcus durch eine schmale, leistenförmige Crista superior getrennt. Die Fläche unter dem Sulcus nimmt das umfangreiche, flach gewölbte und glatte Ventralfeld ein, vom schmalen Randsaum durch eine sehr randnahe Ventrallinie getrennt.

**Ontogenie und Variabilität:** Bei kleineren Otolithen ist das Postdorsaleck noch nicht so deutlich entwickelt, die caudale Partie der Otolithen ist mehr gerundet. Die typische Form wird erst im subadulten Stadium erreicht. Rostrum und Sulcus-Proportionen entsprechen jedoch schon den Adulti. Der Skulpturabbau verläuft unterschiedlich schnell und deutlich, so daß die Skulptur bei Adulti ± stark entwickelt ist. Sonst variieren die Adulti nur wenig, was die Abgrenzung der Art sehr erleichtert.

**Diskussion:** Die Otolithen ähneln am meisten einer Gruppe aus dem europäischen Eozän und Oligozän: "genus Pomadasyidarum" *kotthausi* (NOLF, 1973) und "genus Centracanthidarum" *varians* (KOKEN, 1884). Die systematische Stellung letz-

terer Art ist unsicher, was in der unterschiedlichen Meinung der einzelnen Autoren zum Ausdruck kommt. Teilweise wurden *varians* der Familie Centracanthidae zugerechnet (MÜLLER, im Druck), andererseits der Familie Sparidae (NOLF, 1985) oder Serranidae unter Verwendung der invaliden Gattung *Allomorone* DANTE & FRIZZELL (SCHWARZHANS, 1974). Das Problem ist schwierig, da die Otolithen morphologisch zwischen mehreren Gruppen liegen. Serranidae-Otolithen sind es auf keinen Fall, auch Sparidae scheiden aus. Die Sulcuspomorphologie lehnt sich eng an die der "primitiveren" Pomadasyidae an (z. B. *Orthopristsis*, *Isacia*, *Parapristipoma*), während die Gesamtform gewisse Beziehungen zu Centracanthidae zeigt (z. B. *Spicara*). Ich räume der Sulcuspomorphologie als Bestimmungskriterium den ersten Rang ein und ordne die Otolithen der Familie Pomadasyidae zu. Es handelt sich um eine fossile Gattung, nach Otolithen eng verwandt mit *Parapristipoma* und *Orthopristsis*. Der Gattungsname *Allomorone* ist nicht verfügbar (siehe Diskussion bei "genus aff. *Isacia*" *elongatus* n. sp.).

Vorkommen: Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Genus *Haemulon* CUVIER, 1829

Typus-Art: *Haemulon elegans* CUVIER, 1829

### ***Haemulon* sp.**

Abb. 31/16-17

Material: 3 Otolithen (P57)

Diskussion: Die vorliegenden Otolithen sind etwas erodiert oder anderweitig beschädigt, lassen sich nach rezentem Material jedoch zweifelsfrei der Gattung *Haemulon* zuordnen. Die Gattung ist heute in den warmen Regionen der US-Atlantikküste und des Golfes von Mexiko (vor allem Florida) artenreich vertreten (11 Arten nach ROBINS et al, 1986). Weitere Arten kommen in der angrenzenden karibischen Region vor. Von 5 Arten aus den Gewässern um Südfloida konnten selbst Otolithen besorgt werden (*H. parrai*, *H. flavolineatus*, *H. plumieri*, *H. sciurus*, *H. steindachneri*), dazu noch von der eng verwandten Gattung *Anisotremus* (*A. virginicus*). Die Otolithen dieser Arten sind im Umriß recht ähnlich und unterscheiden sich vor allem in einigen Details der Sulcus-Morphologie (siehe Abb. 80). Bei den Otolithen von *H. plumieri*, *H. parrai* und *H. sciurus* ist die Cauda enger und hinten stärker abwärts gebogen (nahezu rechtwinklig). Da der Sulcus insgesamt weiter supramedian liegt und das Hinterende der Cauda bis dicht an den Ventralrand reicht, bleibt für den abwärts gerichteten Teil der Cauda mehr Platz, und dieser Teil ist entsprechend länger als bei den fossilen Otolithen. Sehr viel ähnlicher sind die Verhältnisse bei *H. flavolineatus* und *H. steindachneri*. Vor allem die Otolithen von *H. steindachneri* zeigen im Gesamthabitus und in der Sulcuspomorphologie eine bemerkenswerte Übereinstimmung, so daß die fossilen Otolithen vielleicht in die Nähe dieser Art gestellt werden können.

Vorkommen: Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

Genus *Xenistius* JORDAN & GILBERT, 1882

Typus-Art: *Xenichthys californiensis* STEINDACHNER, 1875

### **"genus aff. *Xenistius*" *obliquus* n. sp.**

Abb. 30/24-25

Holotypus: Linke Sagitta Nr. 384(P25), Abb. 30/24.

Paratypen: Nr. 383(P25), Abb. 30/25.

Locus typicus: Virginia, King William County, "Devils Hole" auf Farm Townsend am Pamunkey River (loc. 22).

Stratum typicum: Mitteleozän, Claibornean, Piney Point Formation (Basis Bed A).

Derivatio nominis: von lat. "obliquus" = schief, nach dem sehr schiefen Collum der Otolithen.

Diagnose: Otolithen relativ dünn, gleichmäßig oval im Umriß, caudal gerundet, Ostium kurz und stumpf. Durch Biegung in horizontaler Richtung Innenseite konvex und Außenseite schwach konkav, in vertikaler Richtung beide Seiten mäßig konvex. Sulcus supramedian und horizontal ausgerichtet. Cauda sehr eng, hinten abwärts gebogen. Ostium kurz und gegenüber der Cauda stark erweitert. Collum sehr schief.

Material: 126 Otolithen: P25(45), P31(3), P33(8), P34(3), P41(4), P42(18), P43(6), P66(2), P67(2), P68(21), P38(14).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
383(P25)	6,2	4,4	--	1,41	--	Paratypus
384(P25)	6,2	4,4	1,05	1,41	5,9	Holotypus

Beschreibung: Der Holotypus ist eine perfekt erhaltene, subadulte bis adulte Sagitta. Dieser recht dünne und ziemlich regulär ovale Otolith ist in horizontaler Richtung deutlich gebogen, mit konvexer Innenseite und schwach konkaver Außenseite. In vertikaler Richtung sind beide Seiten mäßig konvex. Auf der Außenseite ist an den Randbereichen eine Skulptur aus flachen Rippen und Furchen entwickelt, die radial orientiert sind und nicht sehr weit nach innen reichen. Sie führen zu einer flachen Zähnelung der Ränder. Das Zentrum der Außenseite trägt einige flache Unebenheiten.

Der Dorsalrand verläuft gleichmäßig konvex, ohne deutliche Eckenbildung, und geht hinten fließend in den etwas schräg gestellten, mäßig konvex gebogenen Hinterrand über. Ein deutlich abgesetztes Caudalende fehlt, und der Hinterrand vermittelt ohne scharfe Grenze zum gleichmäßig konvexen Ventralrand, dessen maximale Ausbiegung etwa median erreicht wird. Den Vorderrand nimmt zum größten Teil das kurze, massive und abgerundete Rostrum ein. Die Excisura ist nur angedeutet und begrenzt ein sehr kleines Antirostrum gegen das Rostrum.

Auf der Innenseite nimmt der horizontal ausgerichtete Sulcus eine supramediane Position ein und teilt sich in eine enge, lange Cauda und ein kräftig erweitertes, kurzes Ostium. Die Cauda erstreckt sich mit etwa 2/3 ihrer Länge gerade nach hinten

und biegt mit dem letzten Drittel ventral ab. Sie endet dicht an der Junktion Hinter-/Dorsalrand des Otolithen. Zwischen beiden liegt eine flache post-caudale Depression, die zu einem kleinen Einschnitt am Rand führt. Die Erweiterung des Ostiums erfolgt ventral nur moderat, nach einer kurzen Biegung in ventraler Richtung führt der Ventralrand des Ostiums gerade nach vorn zum Vorder- rand. Die dorsale Erweiterung ist kräftiger, aber weiter nach vorn gerückt als die ventrale. Dadurch erreicht der Dorsalrand des Ostiums nur eine geringe Länge, und das Collum erscheint sehr schief. Hier ist das Ostium deutlich gegenüber der Cauda vertieft. Das dicke ostiale Colliculum füllt das Ostium völlig aus und reicht bis zum Vorderrand. Das caudale Colliculum bleibt sehr flach und bedeckt nur den Boden der Cauda.

Über dem Sulcus erstreckt sich die niedrige, länglich-ovale und dorsal unscharf begrenzte Area. Sie ist ventral etwas eingetieft und durch eine schmale Crista superior vom Sulcus getrennt. Die Fläche unter dem Sulcus füllt das schwach gewölbte, glatte Ventralfeld aus. Die Ventrallinie ist undeutlich und nicht verfolgbar.

**Ontogenie und Variabilität:** Juvenile Otolithen zeigen eine stärkere Jugendskulptur, ähneln sonst aber weitgehend den Adulti. Die Variabilität der Adulti ist gering. Vor allem das Rostrum kann mehr oder weniger stumpf gerundet sein. Excisura und Antirostrum sind schwach entwickelt oder fehlenganz.

**Diskussion:** Vergleichbare Otolithen sind bisher nicht aus dem nordamerikanischen Tertiär beschrieben worden, sondern nur aus dem Eozän von Europa. STINTON (1980) ordnete sie der Gattung *Pristipomoides* BLEEKER, 1852 zu (Lutjanidae, Etelinae) und stellte folgende Arten auf: *Pristipomoides ovatus*, *P. ovalis*, *P. pentagonalis* und *P. pulcher*. Weiterhin ordnete er *Otolithus* (Apogonidarum) *nota* SHEPERD (1916) der gleichen Gattung zu. Von NOLF wurden die Bestimmungen revidiert und im Handbook of Paleoichthyology (Vol. 10) finden sich folgende Bewertungen: *P. ovalis* und *P. ovatus* sind nicht zu interpretieren (siehe Kommentar in NOLF, 1985: 111). *P. pulcher* ist synonym zu *Dentex laekeniensis* VAN BENEDEN, 1872. Der Holotypus von *P. pulcher* ist in der Tat ein juveniler Sparidae-Otolith, und dem Vorgehen von NOLF ist beizupflichten. *Otolithus* (Apogonidarum) *nota* SHEPERD, 1916 ist von NOLF & LAPIERRE 1979 verworfen worden. *P. pentagonalis* schließlich wird von NOLF als Synonym von *Xenistius pulcher* (FROST, 1934) angesehen. Mit dieser Synonymisierung gehe ich konform, allerdings ist die generische Bestimmung zu revidieren. Die Unterschiede zu den Otolithen der rezenten Art *Xenistius californiense* (STEINDACHNER, 1875) aus dem NE-Pazifik sind doch zu deutlich. Vermutlich handelt es sich bei der eozänen, atlantischen Gruppe um eine ausschließlich fossile Gattung und *Xenistius* kann als Descendent davon angesehen werden, ebenso wie *Brachydeuterus* und andere Gattungen, deren Otolithen ein kaum bis

moderat abgebogenes Hinterende der Cauda und die gegenüber der ventralen Erweiterung des Ostiums weit nach vorn verlagerte dorsale Erweiterung zeigen.

Insgesamt ist damit für diese Gruppe bisher ein valider Artnamen verfügbar: *pulcher* FROST, 1934. Nach den Abbildungen bei STINTON (1980) zu urteilen, kann neben *Pristipomoides pentagonalis* STINTON noch *P. ovalis* STINTON zu "genus aff. *Xenistius pulcher* (FROST) gestellt werden. Der in STINTON (1980) als *P. ovatus* abgebildete Otolith hat überhaupt nichts mit dieser Gruppe zu tun und erinnert eher an Sparidae- oder Centranchidae-Otolithen. Die von STINTON als *P. notus* (SHEPERD) beschriebenen und abgebildeten Otolithen sind auf jeden Fall von "genus Pomadasyidarum" *pulcher* (FROST) zu unterscheiden und gehören zu einer anderen Art der gleichen Gattung, die jedoch neu definiert werden muß. Diese Otolithen sind den amerikanischen ähnlicher als *pulcher*. Weitere Arten bei STINTON, 1984 sind schlecht typisiert (schlecht erhaltenes Material oder heterogen) und müssen verworfen werden. Darunter verbergen sich auch *Xenistius*-artige Otolithen, z.B. bei *Orthopristis eximius* (Mischung aus *Orthopristis* und "aff. *Xenistius*" - Taf. 17).

Im übrigen kommen ähnliche Otolithen auch bei Gattungen der Familie Lutjanidae vor, z. B. bei *Verilus* POEY, 1860. Die Junktion Ostium und Cauda ist hier jedoch nicht so schief, da die dorsale Erweiterung des Ostiums nicht so weit vor der ventralen ansetzt. Die Ähnlichkeiten kommen teilweise in den generischen Bestimmungen von STINTON zum Ausdruck.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Genus *Pomadasys* LACEPEDE, 1802

Typus-Art: *Sciaena argentea* FORSSKAL, 1755

### ***Pomadasys* sp.**

1983 *Anisotremus* sp., - FITCH & LAVENBERG: 522, Fig. 3B.

**Diskussion:** Der von FITCH & LAVENBERG als *Anisotremus* sp. abgebildete Otolith gehört keinesfalls zu dieser Gattung und auch nicht zu *Haemulon*. Dafür ist u.a. die Cauda nicht eng genug und das abwärts gebogene Hinterende zu kurz. Diese Merkmale treffen eher für Otolithen der Gattung *Pomadasys* zu. An den Küsten von Florida kommt die Gattung heute mit einer Art vor (*P. crocro* - ROBINS et al., 1986). Vergleichsmaterial rezenter Arten steht nicht zur Verfügung, deshalb wird keine artliche Bestimmung vorgenommen.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine). Pomadasyidae, genus indet.

### **"genus Pomadasyidarum" americanus (KOKEN, 1888)**

\*1888 *Otolithus* (*Carangidarum*) *americanus* KOKEN: 277-278, Taf. 17 Fig. 1-3.

1929 *Otolithus (Carangidarum) americanus*.- CAMPBELL: 259, Taf. 28 Fig. 1-3.

1985 "*genus Pomadasydarum*) *americanus*.- NOLF: 86.

Vorkommen: Paläogen (keine genauen Angaben bei KOKEN), Golfküste.

### "genus Pomadasydarum"? sp. 1

Abb. 31/23-26

Material: P22(9).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
84(P22)	3,1	1,9	0,6	1,63	5,12
85(P22)	2,6	1,6	0,55	1,63	4,73

**Beschreibung:** Im wenig umfangreichen Otolithenmaterial der Eastover Formation sind Pomadasyidae-Otolithen nicht selten anzutreffen. Sie gehören alle zu einer Art. In der Regel sind die Otolithen mehr oder weniger korrodiert, ein perfekt erhaltener Adultus fehlt. Die nachfolgende Beschreibung orientiert sich am besterhaltenen Adultus, der am Hinterrand und am Vorderrand etwas korrodiert ist. Insgesamt sind die wichtigsten Merkmale noch voll zu diagnostizieren.

Der Otolith ist recht dünn und besitzt einen langovalen Umriß, mit gerundetem Hinterende und massivem Rostrum (an der Spitze etwas beschädigt!). Die Biegung in Längsrichtung führt zu einer konvexen Innen- und konkaven Außenseite. In vertikaler Richtung sind die Verhältnisse ähnlich. Auf der Außenseite laufen flache, radial orientierte Rippen von den Rändern nach innen, erreichen aber nicht die leicht eingesenkte Zentralregion. An den Rändern führt die Skulptur zu einer Wellung, ventral und dorsal etwa gleichstark.

Am konvexen Dorsalrand ist keine deutliche Eckenbildung zu erkennen. Er geht caudal in den kurzen, stärker konvexen Hinterrand über. Der Ventralrand ist stärker und gleichmäßiger konvex gebogen als der Dorsalrand. Sein Schwerpunkt liegt etwas vor der Mitte. Am Vorderrand dominiert das massive Rostrum, dessen Spitze fehlt. Antirostrum und Excisura hingegen sind stark reduziert und rudimentär.

Auf der Innenseite erstreckt sich der horizontal ausgerichtete Sulcus in suprmedianer Position. Er zerfällt in eine lange, enge und recht tiefe Cauda, sowie ein relativ wenig erweitertes, kurzes Ostium. Die Cauda führt über etwa 2/3 der Länge horizontal nach hinten und biegt mit dem letzten Drittel schräg in ventraler Richtung ab. Vom gerundeten Hinterende der Cauda ist eine schwache postcaudale Depression zum Ventralrand gerichtet und endet hier an einem schwachen Einschnitt. Das Ostium ist am Collum vertieft und ventral etwas deutlicher erweitert als dorsal. Es wird vom recht dicken ostialen Colliculum fast völlig ausgefüllt. Das caudale Colliculum hingegen bleibt dünn und flach.

Im mittleren Bereich ist der Dorsalrand des Sulcus zu einer schmalen Crista superior verstärkt,

hervorgehoben vor allem durch die ventrale Vertiefung der darüber liegenden, undeutlich begrenzten Area. Die Crista superior wird in caudaler Richtung schwächer und erlischt schließlich ganz. Unter dem Sulcus liegt das umfangreiche, gewölbte und glatte Ventralfeld. Vom schmalen Randsaum trennt es die randnahe Ventrallinie, die nach hinten leicht ansteigt und sich dabei etwas vom Ventralrand entfernt.

Vorkommen: Eastover Formation, Virginia.

### "genus Pomadasydarum"? sp. 2

Abb. 31/27

Material: 3 Otolithen: P20(1), (P57), P60(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
138(P57)	3,2	1,9	0,5	1,68	6,4

**Beschreibung:** Der einzige Otolith aus der pliozänen Yorktown Formation ähnelt dem als "*genus Pomadasydarum*" sp. 1 beschriebenen obermiozänen Otolithen, unterscheidet sich aber in einigen Punkten so deutlich, daß er nicht zum gleichen Taxon gestellt werden kann. Der Otolith ist deutlich gestreckter und etwas dünner. Daneben ist auch der Sulcus insgesamt enger, sowohl die Cauda als auch das vergleichsweise schmale Ostium, dessen Dorsalrand etwa parallel zum Ventralrand verläuft.

**Diskussion:** Die beiden in offener Nomenklatur beschriebenen Taxa sind eng verwandt, repräsentieren aber gut unterscheidbare Arten. Die generische Bestimmung muß vorläufig offen bleiben, da kein geeignetes rezentes Vergleichsmaterial zur Verfügung steht.

Vorkommen: Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

### Familia Moronidae

Genus *Morone* MITCHILL, 1814

Typus-Art: *Morone pallida* MITCHILL, 1814 (= *Perca americana* GMELIN, 1789)

### *Morone lateostialis* n. sp.

Abb. 31/28-31

Holotypus: Linke Sagitta Nr. 414(P49), Abb. 31/31.

Paratypen: Otolithen Nr. 780(P49), 781(P49) und 788(P52), Abb. 31/28-30.

Locus typicus: North Carolina, Onslow County, Marl pit Silverdale am White Oak River (loc. 31).

Stratum typicum: Untermiozän, Aquitanium, Belgrade Formation, Haywood Landing Member.

Derivatio nominis: zusammengesetzt aus lat. "latus" = weit und Ostium, nach dem weit geöffneten Ostium der Otolithen.

**Diagnose:** Otolithen gedrunken suboval, rostral zugespitzt, caudal verjüngt und gerundet. Außenseite in horizontaler und vertikaler Richtung schwach konkav, Innenseite in beiden Richtungen konvex. Dorsalrand mit Post- und Prädorsaleck, Ventralrand stark konvex. Sulcus suprmedian, horizontal aus gerichtet. Ostium sehr kurz und stark erweitert, Cauda lang und eng, hinten ventral abgebogen.

Material: 14 Otolithen: P49(7), P52(7).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
414(P49)	6,25	4,1	1,16	1,52	5,39	Holotypus
788(P52)	3,44	2,47	--	1,39	--	Paratypus

**Beschreibung:** Als Holotypus wurde ein sehr gut erhaltener Adultus ausgewählt (Nr. 414, Abb. 31/31). Er besitzt einen etwa ovalen Umriß mit zugespitztem Rostralende und gerundetem Hinterrand. Die Biegung in der Längsachse führt zu einer konvexen Innenseite und einer leicht konkaven Außenseite. In vertikaler Richtung ergeben sich die gleichen Verhältnisse. Auf der Außenseite ist eine randliche Skulptur aus flachen, kurzen Rippen und Furchen entwickelt, dorsal etwas breiter und kräftiger als ventral. Sie führen zu einer Zähnelung der Ränder, ventral entsprechend feiner und dichter als dorsal.

Am Dorsalrand liegt deutlich vor der Mitte ein stumpfes, aber gut wahrnehmbares Prädorsaleck. Von hier aus fällt der Dorsalrand mäßig schräg nach hinten zum Postdorsaleck ab, unter nur leicht konvexer Krümmung. Am Postdorsaleck setzt der kurze, steiler gestellte Hinterrand an, der am leicht

nach dorsal verschobenen, gerundeten Caudalende in den Ventralrand einmündet. Letzterer führt mit stark konvexer Biegung nach vorn zum Rostrum, mit deutlich vor der Mitte befindlichem Schwerpunkt. Der Vorderrand wird vom massiven, gedrungen dreieckigen Rostrum beherrscht. Von hier aus steigt er schräg in Richtung Prädorsaleck an und wird durch das kleine, kurze Antirostrum und die nur gering entwickelte Excisura weiter gegliedert.

Durch den weit supramedian liegenden Sulcus und die starke Biegung des Ventralrandes ist die Innenseite in eine niedrige dorsale und eine umfangreiche ventrale Partie unterteilt. Der Sulcus selbst ist horizontal ausgerichtet und in eine enge, lange und tiefe Cauda und ein kurzes, stark erweitertes Ostium unterteilt. Die Cauda verläuft zunächst gerade nach hinten und biegt mit ihrem caudalen Drittel in ventraler Richtung ab. Das Ostium ist sowohl dorsal als auch ventral etwa gleichstark erweitert. Der kurze Dorsalrand ist schräg zum Antirostrum gerichtet, der längere und leicht konvexe Ventralrand endet auf der Spitze des Rostrums. Am Collum ist das Ostium deutlich ver-

### Abb. 32

Abb. 32/1-2: "genus Carangidarum" sp. 1

1a-c: rechte Sagitta Nr. 861(P14), a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; 2a-c: rechte Sagitta Nr. 872(P14), a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Abb. 32/3a-c: "genus Carangidarum" sp. 2

linke Sagitta Nr. 879(P42), a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 32/4-5: *Lopholatilus chamaeleonticeps* GOODE & BEAN, 1879

4a-b: adulte rechte Sagitta Nr. 555(P57), a: Innenseite, b: ventral; 5: subadulte rechte Sagitta Nr. 556(P57), Innenseite; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 32/6-11: *Lactarius amplus* POMEROL, 1973

6: linke Sagitta Nr. 652(P25), Innenseite; 7: linke Sagitta Nr. 650(P25), Innenseite; 8: linke Sagitta Nr. 651(P25), Innenseite; 9a-b: linke Sagitta Nr. 141(P38), a: Innenseite, b: ventral; 10: linke Sagitta Nr. 214(P38), Innenseite; 11: linke Sagitta Nr. 654(P25), Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 32/12-16: *Lactarius kokeni* DANTE & FRIZZELL, 1965

12: rechte Sagitta Nr. 198(P38), Innenseite; 13a-b: linke Sagitta Nr. 574(P25), a: Innenseite, b: ventral; 14: linke Sagitta Nr. 199(P38), Innenseite; 15: linke Sagitta Nr. 576(P25), Innenseite; 16: rechte Sagitta Nr. 213(P38), Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 32/17-18: *Archosargus* sp. 2

17a-b: rechte Sagitta Nr. 877(P57), a: Innenseite, b: ventral; 18: rechte Sagitta Nr. 878(P57), Innenseite; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 32/19a-c: *Archosargus* sp. 1

rechte Sagitta Nr. 869(P14), a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Abb. 32/20-21: *Lagodon rhomboides*

linke und rechte Sagitta, Innenseite, rezent, Potomac River, coll. Müller.

Abb. 32/22-28: *Lagodon* aff. *rhomboides*

22a-b: rechte Sagitta Nr. 611(P14), a: Innenseite, b: ventral; 23a-b: rechte Sagitta Nr. 613(P14), a: Innenseite, b: ventral; 24-28: rechte Sagittae Nr. 633(P12), 622(P12), 612(P14), 610(P14) und 632(P11), Innenseite; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Little Cove Point/Driftwood Beach).

### Fig. 32

Fig. 32/1-2: "genus Carangidarum" sp. 1

1a-c: right sagitta No. 861(P14), a: inner face, b: ventral, c: outer face; 2a-c: right sagitta No. 872(P14), a: inner face, b: ventral, c: outer face; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 32/3a-c: "genus Carangidarum" sp. 2

Left sagitta No. 879(P42), a: inner face, b: ventral, c: outer face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 32/4-5: *Lopholatilus chamaeleonticeps* GOODE & BEAN, 1879

4a-b: adult right sagitta No. 555(P57), a: inner face, b: ventral; 5: subadult right sagitta No. 556(P57), inner face; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 32/6-11: *Lactarius amplus* POMEROL, 1973

6: left sagitta No. 652(P25), inner face; 7: left sagitta No. 650(P25), inner face; 8: left sagitta No. 651(P25), inner face; 9a-b: left sagitta No. 141(P38), a: inner face, b: ventral; 10: left sagitta No. 214(P38), inner face; 11: left sagitta No. 654(P25), inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 32/12-16: *Lactarius kokeni* DANTE & FRIZZELL, 1965

12: right sagitta No. 198(P38), inner face; 13a-b: left sagitta No. 574(P25), a: inner face, b: ventral; 14: left sagitta No. 199(P38), inner face; 15: left sagitta No. 576(P25), inner face; 16: right sagitta No. 213(P38), inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 32/17-18: *Archosargus* sp. 2

17a-b: right sagitta No. 877(P57), a: inner face, b: ventral; 18: right sagitta No. 878(P57), inner face; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 32/19a-c: *Archosargus* sp. 1

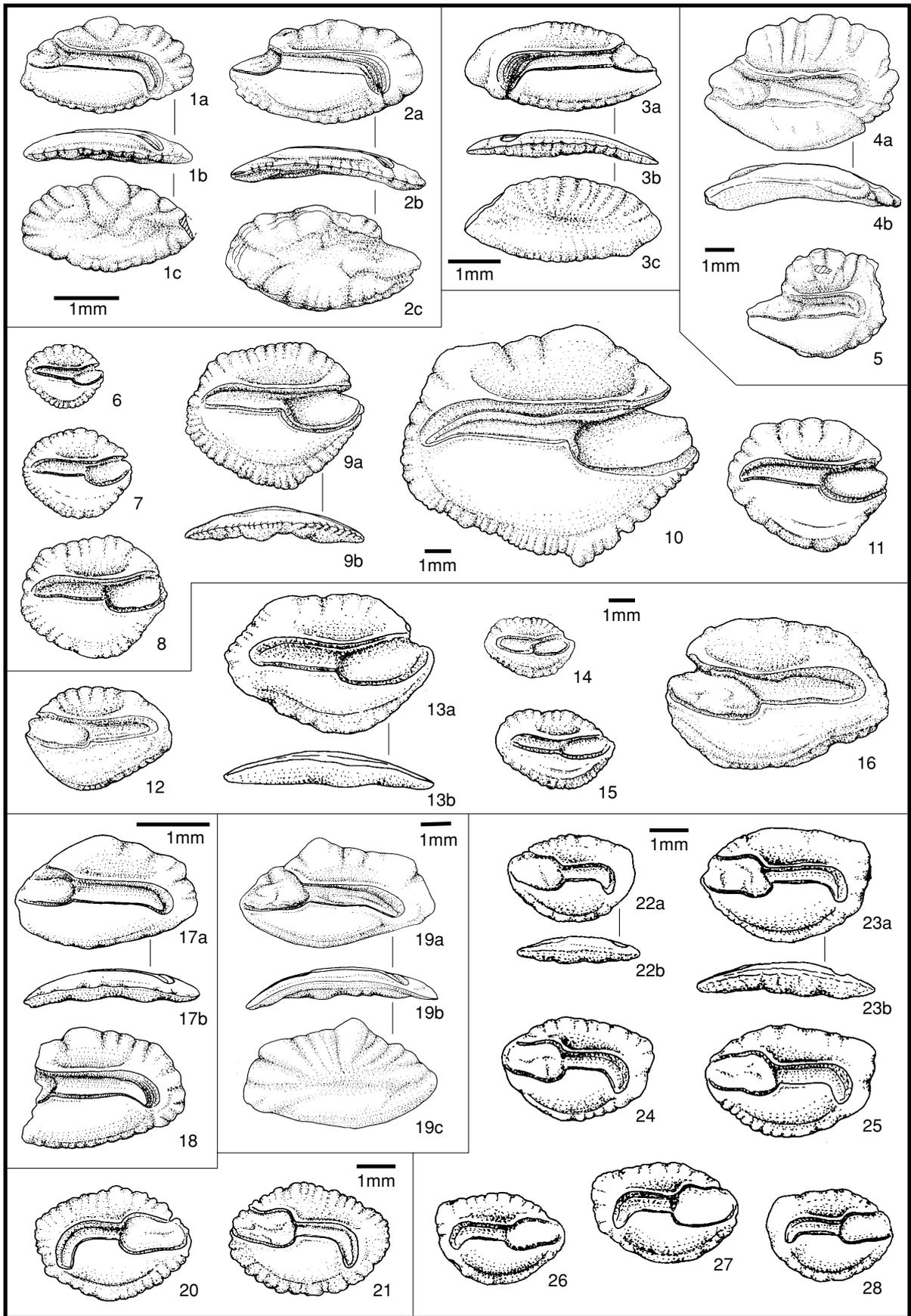
right sagitta No. 869(P14), a: inner face, b: ventral, c: outer face; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 32/20-21: *Lagodon rhomboides*

left and right sagitta, inner face, recent, Potomac River, coll. Müller.

Fig. 32/22-28: *Lagodon* aff. *rhomboides*

22a-b: right sagitta No. 611(P14), a: inner face, b: ventral; 23a-b: right sagitta No. 613(P14), a: inner face, b: ventral; 24-28: right sagittae No. 633(P12), 622(P12), 612(P14), 610(P14) und 632(P11), inner face; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Little Cove Point/Driftwood Beach).



tieft. Hier reicht das dicke ostiale Colliculum etwas zipfelartig in die Cauda hinein. Das caudale Colliculum ist sehr dünn und eben.

Der Dorsalrand des Sulcus ist im mittleren Bereich zu einer kräftigen Crista superior ausgebaut, durch die ventrale Vertiefung der niedrigen Area noch betont. Die Crista erlischt caudal über der Biegung der Cauda und ostial am Dorsalrand des Ostiums. Unter dem Sulcus nimmt das leicht gewölbte und glatte Ventralfeld fast den gesamten Platz ein, denn durch die randnahe Ventrallinie bleibt nur Raum für den sehr schmalen Randsaum. Im mittleren Bereich wird die Ventrallinie von einer weiteren Linie in geringer Distanz begleitet.

**Ontogenie und Variabilität:** Die juvenilen Otolithen unterscheiden sich nur wenig von den Adulti. Die Ecken des Dorsalrandes sind etwas weniger betont, und damit erscheint der Umriß gleichmäßiger rundlich-oval. Am Vorderrand ist das Rostrum stumpf gerundet, Antirostrum und Excisura fehlen häufig ganz. Bei dem Subadultus Nr. 780 (Abb. 31/28) entsprechen die Verhältnisse schon völlig dem Holotypus, auch wenn das Rostrum unvollständig erhalten ist. Die Sulcus-Proportionen sind geringen Veränderungen unterworfen. Bei juvenilen Otolithen ist die Cauda hinten weniger gebogen und das Ostium weniger stark erweitert als bei den Adulti.

**Diskussion:** Die Gattung *Morone* ist im NW-Atlantik mit 2 Arten und in E-Atlantik mit einer Art vertreten. Im Tertiär Europas spielen *Morone*-Arten ab Eozän eine wichtige Rolle in neritischen Faunen. Die fossile Art aus der Belgrade Formation unterscheidet sich in ihren Proportionen sehr deutlich von den rezenten und fossilen Arten. In der Sulcusmorphologie bestehen mehr Beziehungen zu *Morone saxatilis* als zu *M. americana*.

**Vorkommen:** Belgrade Formation (Haywood Landing Member), North Carolina (White Oak River-Sektion).

### Familia Carangidae R AFINESQUE, 1815

Genus indet.

#### "genus Carangidarum" sp. 1

Abb. 32/1-2

Material: 2 Otolithen (P14).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
872(P14)	2,3	1,3	0,3	1,77	7,7

**Beschreibung:** Unter den wenigen vorhandenen Otolithen ist Exemplar Nr. 872 (Abb. 31/2) am besten erhalten und dient als Basis der anschließenden Beschreibung. Dieser Otolith zeigt einen sehr gestreckt ovalen Umriß, caudal gerundet und ostial zugespitzt. Er ist im Verhältnis zur Länge recht dünn und in Längsrichtung gebogen, mit konkaver Außen- und konvexer Innenseite. In vertikaler Richtung treten ähnliche Verhältnisse auf, verursacht durch eine leicht supramediane Längsdepression

auf der Außenseite. Die Außenseite trägt eine Skulptur aus sehr flachen, breiten, fächerförmig gestellten Rippen. Sie sind recht ungleichmäßig und reichen nicht in die Längsdepression. An den Rändern führt die Skulptur zu einer irregulären, vor allem dorsal recht groben Wellung.

Der Dorsalrand verläuft insgesamt leicht konvex, ist aber durch die Skulptur stärker gegliedert. Er geht am stumpf gerundeten Postdorsaleck in den stark konvexen Hinterrand über. Der Hinterrand geht ohne scharfe Grenze in den mäßig konvexen Ventralrand über. Am Vorderrand dominiert das massive, dreieckige Rostrum, während Antirostrum und Excisura nur angedeutet sind.

Der Sulcus liegt etwas supramedian und ist etwa horizontal ausgerichtet. Er ist in ein kurzes Ostium und eine lange Cauda unterteilt. Mit etwa 3/4 der Gesamtlänge erstreckt sich die Cauda gerade nach hinten und biegt mit dem hinteren Viertel scharf, fast rechtwinklig, nach unten ab. Gleichzeitig erweitert sie sich nach hinten noch deutlich und endet abgerundet verschlossen etwas vor dem Ventralrand. Aus der Cauda heraus läuft eine Furche (postcaudale Depression) zum Ventralrand. Das kurze Ostium ist ventral und dorsal nur leicht erweitert und am Collum vertieft. Der sehr kurze Dorsalrand führt etwas schräg zum Antirostrum, der Ventralrand nach kurzer ventraler Biegung gerade und horizontal nach vorn zur Spitze des Rostrums. Der Dorsalrand des Sulcus ist zu einer schmalen, erhabenen Crista superior verstärkt, noch betont durch die ventrale Einsenkung der niedrigen Area. Das Ventralfeld ist leicht gewölbt und glatt. Nur im mittleren Teil ist die relativ randnahe Ventrallinie deutlicher ausgebildet.

**Ontogenie und Variabilität:** Otolith Nr. 861 (Abb. 31/1) ist etwas kleiner und dicker. Die Sulcus-Morphologie entspricht jedoch völlig Nr. 872, auch wenn die Spitze des Rostrums fehlt und das Antirostrum noch weniger entwickelt ist. Insgesamt ist die Skulptur noch gröber entwickelt. Dies sind Unterschiede, die in die Variationsbreite einer Art fallen.

**Diskussion:** Die beiden Carangidae-Taxa zeigen im Bau des Sulcus sehr viel Übereinstimmung und gehören vermutlich zu einer Gattung. Die deutlichen Unterschiede im Umriß ermöglichen eine sichere Trennung auf Art-Niveau. Für eine Definition der Arten reicht das Material leider nicht aus.

**Vorkommen:** St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland.

#### "genus Carangidarum" sp. 2

Abb. 32/3

Material: 1 Otolith (P42).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
879(P42)	3,9	1,6	0,5	2,44	7,8

**Beschreibung:** Dem einzigen Otolithen fehlt die Spitze des Rostrums, sonst ist die Erhaltung gut. Er besitzt einen sehr gestreckten, nahezu spindelförmigen Umriß, ist sehr dünn und in Längsrichtung gebogen. In dieser Richtung ist die Außenseite leicht konkav und die Innenseite konvex. In vertikaler Richtung sind beide Seiten schwach konvex gewölbt. Der Dorsalrand verläuft mäßig konvex gebogen, ebenso der Ventralrand. Den konvexen Hinterrand schließt ein gerundetes, leicht ausgezogenes Caudalende ab. Am Vorder- rand fällt zunächst der Ansatz zu einem massiven Rostrum auf, dessen Spitze fehlt, aber nach Verlauf der Ränder etwa spitz dreieckig gewesen sein muß. Das Antirostrum hingegen bleibt sehr kurz und stumpf, ebenso wie die Excisura nur leicht angedeutet. Der Ventralrand ist schwach gekerbt, auch der anteriore Teil des Dorsalrandes. Caudal geht diese Skulptur in eine flache, weite Undulation über. Die randliche Skulptur korrespondiert mit flachen, teilweise undeutlich-verschwommenen Rippen auf der Außenseite, welche hier radial nach innen laufen. Sie sind dorsal länger und reichen bis an eine schwache Längsdepression, während sie ventral auf den Randbereich beschränkt sind. Unter der Längsdepression ist die Außenseite etwas verdickt. In diesem Bereich liegt auch die größte Dicke des Otolithen, etwas hinter der Mitte.

Der Sulcus ist etwas schräg zur Otolithenachse gestellt und liegt leicht supramedian. Das Ostium ist im Verhältnis zur langen und tiefen Cauda auffällig kurz. Der sehr kurze Dorsalrand ist schräg zum Antirostrum gerichtet. Die ventrale Erweiterung ist nur sehr gering und der Ventralrand verläuft schwach konvex nach vorn. Die Cauda erstreckt sich mit etwa 3/4 der Länge gerade nach hinten und biegt dann mit dem letzten Viertel scharf nach unten ab. Sie erweitert sich dabei nach hinten noch etwas, vor allem im Bereich der Biegung. Den Boden der Cauda bedeckt das dünne caudale Colliculum, welches sich caudal zu einem schmalen Streifen reduziert. Das ostiale Colliculum wird dicker, trotzdem ist das Ostium am Collum deutlich vertieft.

Dorsal begleitet die niedrige, ventral etwas vertiefte Area den Sulcus. In diesem Bereich ist der Dorsalrand des Sulcus zu einer schwachen Crista superior ausgebaut, die über der Biegung der Cauda erlischt. Unter dem Sulcus erstreckt sich das glatte und nur sehr gewölbte Ventralfeld, vom schmalen Randsaum durch die nicht sehr scharfe, randnahe Ventrallinie getrennt.

**Diskussion:** Vergleichbare Otolithen aus dem Bartonian Englands wurden von STINTON, 1980 als *Caranx annectens* beschrieben. Sie weichen in der Morphologie des Dorsalrandes ab, so daß die vorliegenden Otolithen nicht dort angeschlossen werden können.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### **Familia Branchiostegidae J ORDAN, 1923**

Genus *Lopholatilus* GOODE & BEAN, 1879

Typus-Art: *Lopholatilus chamaeleonticeps* GOODE & BEAN, 1879

### ***Lopholatilus chamaeleonticeps* GOODE & BEAN, 1879**

Abb. 32/4-5

. 1983 *Lopholatilus chamaeleonticeps*, - FITCH & LAVENBERG: 520, 522, Fig. 3A.

**Material:** 6 Otolithen (P57).

**Diskussion:** FITCH & LAVENBERG beschrieben die Art von Lee Creek Mine. Vom gleichen Fundort steht auch eigenes Material zur Verfügung, durch welches diese Bestimmung bestätigt werden kann. Im Verhältnis zur gegenwärtigen Verbreitung der Branchiostegidae (Tilefishes) an den US-Atlantikküsten ist der fossile Nachweis dieser Gruppe erstaunlich dürftig und eigentlich nur auf die Funde aus dem Pliozän von North Carolina (Lee Creek Mine) beschränkt. WIGLEY & STINTON (1973) wiesen Branchiostegidae-Otolithen in Sedimentproben aus dem Atlantik vor Massachusetts nach (subfossiles bis rezentes Material).

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmore Member), North Carolina.

### **Familia Lactariidae J ORDAN, 1923**

Genus *Lactarius* VALENCIENNES in CUVIER & VALENCIENNES, 1833

Typus-Art: *Lactarius delicatulus* VALENCIENNES (= *Scomber lactarius* BLOCH & SCHNEIDER, 1801)

Syn.: *Brazosiella* DANTE & FRIZZELL, 1965

### ***Lactarius kokeni* (DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE, 1965)**

Abb. 32/12-16

. 1965 *Brazosiella kokeni* DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE: 700-701, Taf. 87 Fig. 25, 30, 32, 33, 34, 36.

**Material:** 227 Otolithen: P25(117), P31(7), P32(2), P33(11), P34(2), P41(9), P42(19), P43(5), P66(2), P67(10), P68(40), P38(4).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
574(P25)	6,9	4,5	1,2	1,53	5,75

**Beschreibung:** Die Beschreibung ist am gut erhaltenen Adultus Nr. 213(P38) orientiert (Abb. 32/16). Er besitzt einen etwas asymmetrischen, gestreckt pentagonalen Umriß durch die gut ausgebildeten Ecken am Dorsalrand, sowie das Rostrum und eckige Caudalende. Der Otolith ist recht dünn und in horizontaler Richtung leicht gebogen. Das Dickenwachstum der Außenseite kompensiert die konkave Anlage und die Außenseite verläuft annähernd eben, die Innenseite schwach konvex. In vertikaler Richtung sind beide Seiten et-

was konvex.

Der Dorsalrand verläuft zwischen dem stumpfen Post- und Prädorsaleck annähernd horizontal und gerade. Er fällt hinten schräg zum eckigen Caudalende ab, ebenso vorn zum kurzen, massiven Rostrum. Der Ventralrand ist stärker konvex gebogen, mit deutlich nach vorn gerücktem Schwerpunkt. Am Vorderrand trennt eine kleine, dreieckige Excisura das Rostrum vom kurzen Antirostrum. Die Ränder sind schwach und etwas irregulär gezähnt.

Auf der Innenseite nimmt der horizontal ausgerichtete Sulcus eine ziemlich genau mediane Position ein. Das Ostium ist nur wenig kürzer als die Cauda und nur im Ventralbereich deutlich erweitert. Sein Dorsalrand steigt etwas nach vorn zum Antirostrum an, ebenso der Ventralrand zur Spitze des Rostrums. Damit erscheint es etwas schräg zur Cauda gestellt. Vom nur ventral scharf markierten Collum aus verläuft die mäßig weite und recht tiefe Cauda annähernd gerade nach hinten. Eine sigmoidale Schwingung ist nur schwach entwickelt. Das dünne caudale Colliculum bedeckt den Boden der Cauda und setzt sich dorsal als schmaler Zipfel weit nach vorn fort über das dickere ostiale Colliculum. Beide Colliculi trennt hier eine scharfe, schräg nach vorn-oben gerichtete Furche, die die insgesamt schiefe Junktion Ostium-Cauda noch betont.

Über dem vorderen Teil des Sulcus liegt die glatte, ventral etwas vertiefte Area, vom Sulcus durch die leistenartige Crista superior getrennt. Die Skulptur des Dorsalrandes läuft nicht in die Area. Die Fläche unter dem Sulcus wird weitgehend vom glatten, flachen Ventralfeld eingenommen, da die Ventrallinie extrem randnah verläuft. Eine zweite Ventrallinie ist etwas weiter nach innen auf das Ventralfeld gerückt.

**Ontogenie und Variabilität:** Frühjuvenile Otolithen erscheinen gleichmäßiger oval im Umriß, da die Ecken am Dorsalrand und das Caudalende noch nicht so betont sind wie bei größeren Otolithen. Gleichzeitig sind die Ränder stärker gezähnt. Der Skulpturabbau während der Ontogenese verläuft parallel zur immer deutlicheren Ausbildung der Ecken am Dorsalrand und des Caudalendes. Die Adulti variieren nur wenig. Am Vorderrand können Excisura und Antirostrum mehr oder weniger gut entwickelt sein. Die Verdoppelung der Ventrallinie ist meist gut zu erkennen. Im Einzelfall fehlt eine der beiden, die verbleibende Ventrallinie erscheint dann, je nach Position, mehr oder weniger randnah.

**Diskussion:** Siehe unter *Lactarius amplus* (nachfolgend behandelte Art).

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion); Claibornean von Texas und Alabama.

### ***Lactarius amplus* POMEROL, 1973**

Abb. 32/6-11, Taf. 16 Fig. 17

. 1965 *Brazosiella moseleyi* DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE: 701-702, Taf. 87 Fig. 21, 27.

\*1973 *Lactarius amplus* POMEROL: 122, Textfig. 8.

1974 *Lactarius amplus*,- NOLF: 150, Taf. 1 Fig. 16.

1978 *Lactarius amplus*,- STINTON: 181-182, Taf. 12 Fig. 11-15.

**Material:** 117 Otolithen: P25(55), P31(3), P32(29), P33(3), P34(4), P41(7), P42(6), P66(1), P67(10), P68(24), P38(2).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
141(P38)	5,0	4,2	0,9	1,19	5,56
214(P38)	8,4	6,9	--	1,29	--

**Beschreibung:** Die nachfolgende Beschreibung orientiert sich am größten gut erhaltenen Otolithen Nr. 214(P38), Abb. 32/10. Er ist sehr gedrungen und recht gleichmäßig pentagonal im Umriß. In horizontaler Richtung ist eine leichte Biegung zu beobachten, wobei die Außenseite des insgesamt recht dünnen Otolithen die konkave Anlage annähernd kompensiert und etwa eben ist, die Innenseite leicht konvex gewölbt. In vertikaler Richtung sind beide Seiten etwas konvex. Im Zentrum der Außenseite befinden sich flache, irreguläre Erhebungen, während an den Rändern eine Skulptur von kurzen, radialen Rippen und Furchen ausgebildet ist. Diese Skulptur ist im Dorsalbereich recht grob und weit, am Hinter- und Ventralrand wesentlich feiner. Korrespondierend dazu ist auch die Zähnelung des Hinter- und Ventralrandes sehr viel enger als dorsal, wobei die Zähnen unterschiedlich weit hervorspringen.

Am Dorsalrand bildet das vor der Mitte liegende Prädorsaleck eine stumpfe, aber gut akzentuierte Ecke und gleichzeitig den höchsten Punkt. Von hier aus fällt der Dorsalrand schräg nach vorn zum Antirostrum ab. Der Abfall nach hinten zum gut entwickelten Postdorsaleck erfolgt weniger steil. Vom Postdorsaleck führt der Hinterrand steiler nach unten zum gerundeten, weit nach ventral verschobenen Caudalende. Der Ventralrand verläuft stärker konvex. Sein Schwerpunkt ist nach vorn gerückt und bildet einen deutlichen Knick. Am Vorderrand dominiert das kurze und massive Rostrum. Der schmal dreieckige Einschnitt der Excisura trennt es vom kurzen, breiter dreieckigen Antirostrum.

Der Sulcus ist horizontal ausgerichtet und liegt in supramedianer Position. Er teilt sich in ein kürzeres, am Collum deutlich vertieftes Ostium und eine relativ schlanke Cauda. Das Ostium erweitert sich nur ventral deutlicher, das Collum wird hier durch eine deutliche Ecke markiert. Der Dorsalrand der Cauda hingegen setzt sich fließend in den des Ostiums fort, der nach vorn zum Antirostrum nur etwas ansteigt. Die ziemlich tiefe Cauda verläuft vom Collum aus über mehr als 2/3 der Länge gerade und horizontal nach hinten und biegt erst dann leicht in ventraler Richtung ab. Das dünne caudale Colliculum bedeckt nur den Boden der Cauda und setzt sich nach vorn mit einem schmalen Streifen dorsal über das dickere ostiale Colliculum fort. Dieser Zipfel erreicht fast die Spitze der Excisura. Die Trennung von ostialem und cauda-

lem Colliculum besorgt eine scharfe Furche.

Die länglich-ovale Area über dem Sulcus ist ventral kräftig vertieft, vom Sulcus durch den schmalen Grat der Crista superior getrennt. Die Furchen der dorsalen Skulptur laufen etwas in die Area hinein. Das Ventralfeld unter dem Sulcus besitzt eine schwach gewölbte und glatte Oberfläche. Vom schmalen ventralen Randsaum trennt es eine recht randnah verlaufende Ventrallinie, die nicht von der randlichen Skulptur überquert wird.

**Ontogenie und Variabilität:** Frühjuvenile Otolithen besitzen noch keine Ecken und zeigen daher einen gleichmäßig subzirkulären Umriß. Dafür ist die randliche Skulptur vergleichsweise stark ausgebildet und schwächt sich mit weiterem Wachstum nur sehr langsam ab, während Prä- und Postdorsaleck schnell an Deutlichkeit gewinnen und schon bei mittelgroßen Otolithen der typisch pentagonale Umriß erreicht wird. Die leichte Biegung des Hinterendes der Cauda wird erst bei subadulten Otolithen deutlicher, juvenile Otolithen besitzen eine noch ziemlich gerade Cauda. Die Variabilität der Adulti ist recht gering und betrifft vor allem die mehr oder weniger deutliche Ausbildung von Excisura und Antirostrum. Manche Otolithen zeigen die für Lactariidae typische Verdopplung der Ventrallinie, andere nur sehr schwach oder nicht.

**Diskussion:** Die von DANTE & FRIZZELL, 1965 aufgestellte Gattung *Brazosiella* ist ein Synonym zu *Lactarius*. Die dazu gerechneten Arten *B. kokeni* und *B. moseleyi* sind nicht nach IRZN-Regel beschrieben wurden (Holotypus nicht abgebildet). Die abgebildeten Paratypen sind durchweg unvollständige, mehr oder weniger korrodierte Otolithen. Nach der Originalarbeit können beide Arten nicht sicher interpretiert werden. NOLF hat die Holotypen angesehen und gezeichnet (noch unpubliziert). Nach den freundlicherweise von NOLF zur Verfügung gestellten Zeichnungen sind beide Holotypen am Vorderrand stark beschädigt. Inzwischen liegt in Brüssel topotypisches Material vor, nach dem die Art *kokeni* sicher zu definieren ist. Daher wird trotz der schlechten Originaldefinition am Artnamen *kokeni* festgehalten. Die als *moseley* beschriebenen Otolithen sind konspezifisch zu *L. amplus*. Da *amplus* aus dem westeuropäischen Eozän besser definiert ist, wird dieser Name verwendet und der schlecht definierte *moseleyi* zugunsten von *amplus* unterdrückt.

Die wesentlichen Differenzen zwischen den beiden verwandten Arten *L. kokeni* und *L. amplus* liegen im L/H-Index, sowie der Lage und Morphologie des Sulcus. Die Otolithen von *L. amplus* sind wesentlich gedrungener und höher als die von *L. kokeni*. Der Sulcus liegt suprmedian (etwa median bei *L. kokeni*) und die Cauda ist enger und hinten deutlicher abwärts gebogen. *L. amplus* ist eine der ambiatlantischen Arten des Mitteleozäns.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion); Claibornean von Texas.

## Familia Sparidae B ONAPARTE, 1832

### Subfamilia Sparinae B ONAPARTE, 1832

Genus *Archsargus* GILL, 1865

Typus-Art: *Sparus probatocephalus* (WALBAUM)

#### *Archosargus* sp. 1

Abb. 32/19

Material: 1 Otolith (P14).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
869(P14)	5,2	3,0	0,8	1,75	6,5

**Beschreibung:** Der einzige Otolith ist recht dünn und gestreckt, deutlich länger als hoch. Durch die starke Betonung der Ecken am Dorsalrand erreicht der Otolith im Zusammenhang mit dem eckigen Caudalende und dem Rostrum eine etwas irregulär pentagonale Gestalt. Die Biegung in der Längsachse führt zu einer konkaven Außen- und konvexen Innenseite. In vertikaler Richtung sind beide Seiten schwach konvex. Auf der Außenseite befindet sich eine mediane Längsdepression. Zu dieser Depression ziehen vom Hinter- und Dorsalrand her unterschiedlich breite, sehr flache Rippen, getrennt durch schmale, flache Furchen. Die Skulptur reicht nicht in das Zentrum der Depression. Der Ventralbereich unter der Depression dagegen ist etwas verdickt, trägt aber keine deutliche Skulptur.

Am Dorsalrand springt das kräftige Prädorsaleck breit dreieckig vor und liegt deutlich vor der Mitte. Auch das Postdorsaleck bildet eine gut ausgeprägte, aber mehr stumpfwinkliger Ecke. Zwischen Prä- und Postdorsaleck fällt der Dorsalrand leicht und etwas konkav eingebogen nach hinten ab. Der Abfall vorn zum Rostrum erfolgt wesentlich steiler. Der Hinterrand ist schräg abgestutzt und endet am eckigen, nach ventral gerückten Caudalende. Zwischen Caudalende und Rostrum spannt der Ventralrand einen flach konvexen Bogen, mit etwas nach vorn verschobenem Schwerpunkt. Während der Dorsal- und der Hinterrand flach gewellt sind, korrespondierend zur Skulptur der Außenseite, bleibt der Ventralrand glatt. Der Vorderrand wird vom stumpf dreieckigen, massiven Rostrum gebildet, Excisura und Antirostrum fehlen.

Der Sulcus liegt in medianer Position und ist leicht schräg zur Otolithenachse gestellt. Er teilt sich in eine lange, enge und tiefe Cauda, sowie ein kurzes, stark erweitertes Ostium. Das Ostium ist am etwas schrägen Collum gegenüber der Cauda merklich vertieft. Sein Ventralrand steigt nach vorn zur Spitze des Rostrums etwas ab und verläuft dabei leicht konvex. Der kurze Dorsalrand ist schräg nach vorn-oben gerichtet. Die Cauda verläuft zunächst vom Collum her gerade nach hinten und biegt dann mit einem relativ langem hinteren Teil etwas in ventraler Richtung ab. Während das Ostium von einem dicken, oberflächlich unregel-

mäßig gegliederten Colliculum ausgefüllt wird, bleibt das caudale Colliculum flach.

Die Area über dem Sulcus ist nur verschwommen ausgebildet und ventral etwas vertieft. Hier bildet eine schwache Crista superior die Grenze zum Sulcus. Unter dem Sulcus trennt die randnahe Ventrallinie das niedrige, gestreckte, leicht gewölbte und glatte Ventralfeld vom Randbereich.

**Diskussion:** Siehe unter *Archosargus* sp. 2.

**Vorkommen:** St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland.

### ***Archosargus* sp. 2**

Abb. 32/17-18

**Material:** 4 Otolithen (P57).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
877(P57)	2,4	1,4	0,4	1,71	6,0

**Beschreibung:** Sämtliche Otolithen sind etwas korrodiert. Trotzdem lassen sich alle diagnostisch wichtigen morphologischen Details beobachten. Die Otolithen besitzen einen länglich-ovalen Umriß, mit zugespitztem Rostral- und schräg abgestutztem Caudalende. Sie sind relativ dünn und in horizontaler Richtung gebogen. Daher sind in horizontaler Richtung die Außenseite konkav und die Innenseite konvex, in vertikaler Richtung beide Seiten schwach konvex. Der Dorsalrand verläuft gleichmäßig konvex und besitzt ein weit nach hinten verschobenes Postdorsaleck. Von hier aus fällt der kurze Hinterrand schräg zum stumpfen Caudalende ab. Am Vorderrand dominiert ein massives, weit hervorspringendes Rostrum. Excisura und Antirostrum sind hingegen nicht deutlich entwickelt. Zwischen Rostrum und Caudalende erstreckt sich der Ventralrand in gleichmäßig konvexem Bogen.

Der Sulcus liegt ziemlich genau median und ist horizontal orientiert. Das Ostium erreicht etwa 40-45% der Gesamtlänge des Sulcus und ist am Collum gegenüber der Cauda deutlich vertieft. Es erweitert sich hier ventral nur gering und der Ventralrand verläuft gerade und horizontal nach vorn zur Spitze des Rostrums. Dorsal ist die Erweiterung deutlicher, der kürzere Dorsalrand ist schräg gestellt und endet an einem kleinen Einschnitt am Ostialrand (Andeutung einer Excisura). Die relativ schlanke und tiefe Cauda verläuft zunächst gerade nach hinten und biegt dann schräg nach unten ab. Im Ostium liegt ein dickes, oberflächlich teilweise unebenes Colliculum. Das caudale Colliculum hingegen bleibt dünn und ist durch eine scharfe, feine Furche gegen die Dorsalwand der Cauda begrenzt. Über dem Sulcus liegt eine undeutliche, glatte Area, ventral etwas vertieft. Hier bildet der Dorsalrand des Sulcus eine schwach leistenförmige Crista superior, die sich in caudaler Richtung abschwächt und schließlich ganz erlischt. Der Ventralrand des Sulcus ist weniger scharf und die Colliculi reichen bis an den Rand. Unter dem Sulcus befindet sich eine sehr umfangreiche, gewölbte und glatte Ven-

tralfläche, durch die randnahe Ventrallinie vom sehr schmalen Randsaum getrennt.

**Diskussion:** Die Gattung *Archosargus* ist ein typischer Vertreter der nicht sehr formenreichen westatlantischen Sparidae. Von den beiden rezenten Arten stehen die Otolithen zur Verfügung. Die Otolithen vom *A. rhomboidalis* sind etwas gestreckter als die fossilen, verursacht durch das lange Rostrum. Das Ostium ist enger und länger, die Cauda hinten etwas kräftiger gebogen. Ähnlicher sind die Otolithen von *A. probatocephalus*. Sie sind jedoch etwas höher und regulär pentagonal im Umriß, mit abweichender Sulcuspomorphologie. Die fossile Otolithen können zwei fossile Arten repräsentieren, reichen aber nicht zu deren Definition aus.

Von STINTON (1984) wurden eine eozäne *Archosargus*-Art von England beschrieben. Abgesehen davon, daß das Typusmaterial recht heterogen ist, sind die Otolithen für *Archosargus* zu gedrungen und hoch. Sie gehören eher in die Nähe von *Dentex* oder *Pagrus*.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina.

Genus *Lagodon*

Typus-Art:

### ***Lagodon* aff. *rhomboides***

Abb. 32/22-28

**Material:** 111 Otolithen: P15(14), P12(6), P14(86), P10(5).

**Beschreibung:** Die kleinen Otolithen erreichen kaum mehr als 4mm Länge und bleiben im Verhältnis zur Länge recht dünn. Sie sind im Umriß sehr gedrungen und hoch. Der Dorsalrand verläuft schwach konvex und fällt vom stumpfen Prädorsaleck leicht nach hinten zum spitzen Postdorsaleck ab. Am konvexen Vorderrand fehlen Antirostrum und Excisura. Der Vorderrand vermittelt fließend zum stärker konvexen Ventralrand, welcher hinten an einer stumpfen Ecke in den steilen, schräg, nach vorn abfallenden Hinterrand übergeht. An den Rändern findet sich eine etwas irreguläre Wellung, die mit der flachen radialen Skulptur der Außenseite korrespondiert. Am Dorsalrand erreicht die Skulptur ihre stärkste Ausprägung. Die Otolithen zeigen die Anlage einer leichten Biegung entlang der Längsachse, wobei die Außenseite in horizontaler Richtung flach konkav bis annähernd eben verläuft, in vertikaler Richtung leicht konvex. Die Innenseite ist in beiden Richtungen leicht konvex.

Der horizontal orientierte Sulcus zerfällt in ein relativ enges, gestrecktes Ostium und eine ebenfalls enge Cauda. Am Collum bildet die Junktion Ostium/Cauda einen leicht konvex nach hinten gerichteten Bogen oder ist schräg nach vorn geneigt. Vom Collum führt die Cauda zunächst gerade nach hinten und biegt mit dem hinteren Drittel der Länge in ventraler Richtung ab. Das Ostium verjüngt sich

nach vorn etwas und erhält durch die mehr oder weniger deutliche ventrale Einbuchtung eine charakteristische Form. Das ostiale Colliculum kann recht dick werden und füllt das Ostium weitgehend aus. In der Cauda findet sich nur ein dünnes, flaches Colliculum, wodurch die Cauda tiefer erscheint. Eine niedrige, ventral vertiefte Area begleitet den Sulcus dorsal, vom Sulcus durch die kräftige Crista superior getrennt. Unter dem Sulcus trennt die randnahe Ventrallinie den schmalen Randsaum von der leicht gewölbten und glatten Ventralfläche. Sie steigt hinten etwas zum Hinterende der Cauda an.

**Diskussion:** Die Otolithen teilen nicht die Morphologie typischer Sparidae-Otolithen (Rostrum und Antirostrum fehlen meist völlig), sondern erinnern in mancher Beziehung eher an manche Sciaenidae (gedrungene *Leiostomus*-Otolithen). Allerdings fehlt ihnen die bogenförmig nach vorn gerichtete Junktion Ostium/Cauda. Auffallend nahe kommen ihnen jedoch die in der eigenen Kollektion vorhandenen Otolithen der rezenten Art *Lagodon rhomboides* (Pinfish), welche grundsätzlich die gleiche Morphologie aufweisen (Abb. 32/20-21). Die Otolithen der rezenten Art verzüngen sich hinten stärker und das abgebogene Ende der Cauda ist etwas länger. Allerdings stehen nur juvenile Exemplare zur Verfügung, so daß die Zuordnung etwas unsicher bleibt.

**Vorkommen:** Calvert und St. Marys Formation von Maryland.

**Subfamilia Denticinae B LEEKER, 1876**

Genus *Dentex* CUVIER, 1815

***Dentex esseri* n. sp.**

Abb. 33/1-4

**Holotypus:** Linke Sagitta Nr. 149/P38, Abb. 33/1.  
**Paratypen:** Nr. 462(P68), 398(P33), 462(P68), Abb. 33/2-4.

**Locus typicus:** Virginia, Henrico County, Kiesgrube Bottoms Bridge am Chickahominy River (loc. 22).

**Stratum typicum:** Mitteleozän, Claibornean, Piney Point Formation, Bed C.

**Derivatio nominis:** Nach Herrn Bert Esser, Virginia, für logistische Hilfe während der USA-Exkursion.

**Diagnose:** Otolithen dünn, gestreckt pentagonal im Umriß, mit eckigem Caudalende und langem, spitzem Rostrum. Otolithen in Längsachse leicht gebogen, mit flach konkaver Außen- und konvexer Innenseite. In vertikaler Richtung Außenseite annähernd plan, Innenseite konvex. Sulcus leicht supramedian, Ostium deutlich kürzer als Cauda, nur wenig erweitert und schmal spatelförmig im Umriß. Cauda eng, tief, vordere 2/3 der Länge gerade, hinteres 1/3 schräg in ventraler Richtung abgebogen.

**Material:** 7 Otolithen: P42(1), P68(5), P38(1).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
149(P38)	4,4	2,65	0,9	1,66	4,89	Holotypus

**Beschreibung:** Der Holotypus ist ein perfekt erhaltener Otolith (linke Sagitta) von gestreckt und etwas irregulär pentagonalem Umriß, mit lan-

gem, spitzem Rostrum und eckigem Caudalende. Er besitzt eine leichte Biegung in der Längsachse, mit schwach konkaver Außen- und stärker konvexer Innenseite. In vertikaler Richtung ist die Außenseite annähernd eben und die Innenseite konvex. Der Zentralbereich der Außenseite wird von einer flachen Depression eingenommen, die sich nach vorn zur Excisura fortsetzt. Von den Rändern her ziehen flache, radiale Rippen nach innen. Dorsal und caudal sind sie recht lang und reichen bis zur medianen Depression. Ventral sind sie sehr kurz und bleiben auf den Randbereich beschränkt.

Am Dorsalrand bildet das in mitdorsaler Position stehende Prädorsaleck den höchsten Punkt. Von hier aus fällt er schräg nach vorn ab zum Vorderrand, der in gleicher Flucht bis zur Spitze des Rostrums weiterläuft, nur unterbrochen durch den kleinen Einschnitt der Excisura. Das Antirostrum ist klein und stumpf, das spitze Rostrum hingegen erreicht eine beträchtliche Länge im Verhältnis zur Gesamtgröße des Otolithen. Vom Prädorsaleck steigt der Dorsalrand auch nach hinten zum stumpfwinkligen Postdorsaleck schräg ab. Zwischen Postdorsaleck und eckigem Caudalende vermittelt der schräg abgestutzte Hinterrand. Die Spitzen von Caudalende und Rostrum liegen genau auf gleicher Höhe, deutlich unterhalb der halben Höhe des Otolithen. Zwischen beiden bildet der Ventralrand einen sehr gleichmäßigen konvexen Bogen.

Auf der Innenseite ist der Sulcus ganz leicht supramedian positioniert und horizontal ausgerichtet. Die Cauda ist sehr eng und recht tief. Sie verläuft vom Collum her über etwa 2/3 ihrer Länge gerade nach hinten und biegt mit dem letzten 1/3 schräg nach unten ab. Das Ostium ist am Collum deutlich vertieft, erweitert sich aber dorsal und ventral nur wenig und besitzt einen schmal spatelförmigen Umriß. Es wird vom dicken ostialen Colliculum völlig ausgefüllt, während das caudale Colliculum sehr flach bleibt.

Die Area über dem Sulcus läßt sich nicht sicher abgrenzen. Ventral ist sie leicht vertieft und hier bildet eine schwache Crista superior die Grenze zum Sulcus. Unter dem Sulcus trennt eine scharfe, mäßig randnahe Ventrallinie das gewölbte und glatte Ventralfeld vom Randsaum. Die ventrale Skulptur greift nicht auf das Ventralfeld über.

**Ontogenie und Variabilität:** Juvenile Otolithen besitzen einen gleichmäßiger ovalen Umriß und oft eine stärkere Skulptur. Das Hinterende der Cauda ist weniger gebogen als bei den Adulti. Die typisch pentagonale Form (deutliche Eckenbildung an den Rändern) wird erst recht spät erreicht, bei subadulten Otolithen.

**Diskussion:** Die Otolithen lassen sich am besten *Dentex* zuordnen. Verwandte Gruppen wurden früher häufig als Untergattungen von *Dentex* (*Cheimerius*, *Polysteganus*) betrachtet, werden heute jedoch überwiegend als Gattungen geführt. Die fossilen Otolithen der Gruppe bedürfen der Revision und die generische Bestimmung ist im Moment eher ein Provisorium. Die ist im Tertiär ab Oli-

gozän in Europa verbreitet. Das amerikanische Material kann keiner der europäischen Arten angeschlossen werden. Rezent fehlt die Gruppe im Westatlantik, ist aber im subtropischen bis tropischen Ostatlantik mit einigen Arten vertreten.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

***Dentex* sp.**

Abb. 33/5

**Material:** 3 Otolithen: P67(2), P38(1).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
149(P38)	3,25	2,4	0,6	1,35	5,42

**Beschreibung:** Die Otolithen sind deutlich gedrungener und kompakter als die unter "*genus Sparidarum*" *esseri* n. sp. beschrieben. Vollständig erhalten ist nur der abgebildete, subadulte bis adulte Otolith. Er besitzt einen abgerundet pentagonalen Umriß, mit wenig betontem Caudalende und kurzem, stumpfen Rostrum. Durch die leichte Biegung in horizontaler Richtung ist die Außenseite konkav angelegt, die Innenseite schwach konvex. Das Dickenwachstum der Außenseite kompensiert die konkave Anlage so weit, daß eine etwa ebene Oberfläche erreicht wird. In vertikaler Richtung ergibt sich ein schwach bikonvexes Profil. Im Zentralbereich ist die Außenseite zu einer flachen Depression vertieft. Darunter liegt eine etwas verdickte Zone. Von allen Rändern her laufen flache, radial orientierte Rippen nach innen. Sie sind dorsal am längsten und erreichen den Rand der medianen Depression. Ventral bleiben sie recht kurz und reichen nicht auf den schwachen inframedianen Längswulst unter der Depression.

Der Dorsalrand besitzt ein stumpfwinkliges Postdorsaleck und zieht sich von hier aus konvex nach vorn, wobei ein Prädorsaleck leicht angedeutet ist. Der Hinterrand fällt steil und leicht konvex gebogen nach unten ab. Den Übergang zum Ventralrand bildet das stumpfe, wenig markante und deutlich nach ventral verschobene Caudalende. Der Ventralrand zieht im stark konvexen Bogen vom Caudalende zum Rostrum. Sein Schwerpunkt liegt etwas vor der Mitte. Am Vorderrand dominiert das kurze, stumpfe und massive Rostrum, vom sehr kleinen Antirostrum durch die nur gering entwickelte Excisura getrennt.

Der Sulcus liegt leicht supramedian und ist horizontal orientiert. Er teilt sich in ein kurzes Ostium und eine wesentlich längere Cauda. Am Collum erweitert sich das Ostium sowohl dorsal als auch ventral etwa gleichstark und nimmt eine gedrunge spatelförmige Gestalt an. Es ist am Collum gegenüber der Cauda merklich vertieft. Die Cauda selbst ist recht eng und tief. Vom Collum her verläuft die Cauda mit etw 2/3 der Länge horizontal nach hinten und biegt mit dem hinteren Teil schräg in ventraler Richtung ab. Die Colliculi in Ostium und Cauda sind relativ flach.

Über dem Sulcus ist die Area sehr verschwommen ausgebildet und nur ventral besser abgrenzbar. Sie vertieft sich hier etwas und eine schwache Crista superior bildet die Grenze zum Sulcus. Die Furchen der dorsalen Skulptur laufen weit in die Area hinein. Unter dem Sulcus trennt eine scharfe, nur mäßig randnahe Ventrallinie das gewölbte und glatte Ventralfeld vom Randsaum. Die ventrale Skulptur bleibt auf den Randsaum beschränkt.

**Diskussion:** Die Otolithen gehören zweifellos zur in Europa ab Eozän häufigen *Dentex gregarius*-Gruppe. Dieser Artkomplex wird von verschiedenen Autoren unterschiedlich aufgesplittet. Die Otolithen sind jedoch untereinander so ähnlich, daß die Abgrenzung der "Arten" außerordentlich schwer fällt. Eine bessere Lösung ist es, den Namen *gregarius* für die Gruppe zu benutzen, in dem Verständnis, daß es sich um einen auf Otolithenbasis nicht sicher aufteilbaren Komplex mehrerer Arten handelt.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**"genus Sparidarum" *elegantulus* (KOKEN, 1888)**

\*1888 *Otolithus (Pagelli) elegantulus* KOKEN: 279-280, Taf. 17 Fig. 5-6.

1985 "*genus Sparidarum*" *elegantulus*- NOLFE: 88.

**Diskussion:** Nach der Originalabbildung und -beschreibung gehört der Otolith zum *Dentex gregarius*-Komplex.

**Vorkommen:** Jacksonian?, Golfküste. Sparidae, genus indet.

**"genus Sparidarum" sp. 1**

Abb. 33/6

**Material:** 1 Otolith (P9).

**Beschreibung:** Das einzige vorhandene Exemplar ist vorn beschädigt, es fehlt das gesamte Rostrum. Insgesamt ist noch eine gestreckt pentagonale Form zu erkennen, verursacht durch die stark entwickelten Ecken am Dorsalrand und das eckige Caudalende. Eine kräftige Biegung in horizontaler Richtung führt zu einer konvexen Innen- und konkaven Außenseite, während in vertikaler Richtung die Außenseite nur schwach, die Innenseite stärker konvex gewölbt ist.

Zwischen Post- und Prädorsaleck verläuft der Dorsalrand gerade und steigt etwas nach hinten ab. Der Abfall vom Prädorsaleck nach vorn und des Hinterrandes vom Postdorsaleck zum Caudalende erfolgt ähnlich schräg. Das stumpfe Caudalende liegt genau auf halber Höhe des Otolithen. Von hier aus führt der Ventralrand stark konvex gebogen nach vorn. Sein Schwerpunkt ist deutlich nach vorn verlagert. Dorsal- und Hinterrand sind deutlich gezähnt, während der Ventralrand weitgehend glatt bleibt.

Der Sulcus liegt median und ist horizontal ausgerichtet. Da das Ostium nicht mehr vollständig erhalten ist, ist auch der Lo/Lc-Index nicht anzugeben. Vom Collum her verläuft die mäßig weite und tiefe Cauda zunächst horizontal nach hinten und biegt dann leicht in ventraler Richtung ab. Das Ostium erweitert sich am Collum ventral und dorsal gleichmäßig und ist hier gegenüber der Cauda merklich vertieft. Sein Hinterrand reicht mit einem kurzen Zipfel etwas in die Cauda. Der Verlauf der Ränder läßt auf eine mehr oder weniger gedrunge spatelförmige Gestalt (je nach Länge des Rostrums) schließen. Die Ventrallinie verläuft sehr randnah und trennt das glatte, leicht gewölbte Ventralfeld vom Randsaum. Die länglich-ovale, glatte Area über dem Sulcus ist ventral etwas vertieft, wodurch die Crista superior als schmale Leiste zwischen Sulcus und Area noch etwas betont wird.

Vorkommen: St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland.

### "genus Sparidarum" sp. 2

Abb. 33/7

Material: 3 Otolithen (P35).

Beschreibung: Der einzige Otolith ist im anterodorsalen Bereich stark beschädigt und nicht mehr sicher interpretierbar. Insgesamt handelt es sich um einen gedrunge ovalen Otolithen, mit recht langem, massivem Rostrum und gerundeten Caudalende. Der erhaltene Teil des Dorsalrandes verläuft stärker konvex, ohne Eckenbildung, ebenso der Ventralrand. Die Ränder sind kräftig gezähnt, dorsal und caudal stärker als ventral (mit Ausnahme des posteroventralen Bereiches).

In horizontaler Richtung ist der recht dünne Otolith leicht gebogen und die Innenseite ziemlich stark konvex gewölbt, die Außenseite dagegen bleibt schwach konkav. In vertikaler Richtung wird ein plankonvexes Profil erreicht, mit konvexer Innenseite.

Der Sulcus liegt etwas suprmedian. Die Cauda verläuft zunächst gerade nach hinten und biegt mit etwa dem letzten Drittel scharf in ventraler Richtung ab. Das deutlich kürzere Ostium erweitert sich ventral wenig und sein Ventralrand erstreckt sich gerade nach vorn zur Spitze des Rostrums. Der Dorsalbereich des Ostiums ist nicht mehr beurteilbar. Unter dem Sulcus grenzt die scharfe, randnahe Ventrallinie das ziemlich kräftig gewölbte, glatte Ventralfeld vom Randsaum ab. Über dem Sulcus ist noch gut die ventrale Vertiefung der Area zu erkennen, vom Sulcus durch eine schmale, aber scharfe Crista superior getrennt.

Diskussion: Wegen der mangelhaften Erhaltung ist eine nähere Bestimmung nicht möglich.

Vorkommen: Old Church Formation; Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### Familia Cepolidae B ONAPARTE, 1832

Genus *Cepola* LINNAEUS, 1766

Typus-Art: *Cepola taenia* LINNAEUS, 1766

### *Cepola comes* KOKEN, 1888

\*1888 *Otolithes (Cepolae) comes* KOKEN: 288, Taf. 17 Fig. 12.

1985 *Cepolae comes* NOLF: 91.

Vorkommen: Jacksonian, Mississippi.

### Familia Pomatomidae Gill, 1865

#### "genus Pomatomidarum" sp.

Abb. 33/8

Material: 1 unvollständiger Otolith (P34).

Beschreibung: Aus der Piney Point Formation stammt das Fragment (hintere Hälfte) eines sehr gestreckten, relativ dünnen und kaum gebogenen Otolithen. Zu erkennen sind noch ein stark ausgezogenes, schräg abgestutztes Caudalende sowie der schwach konvex verlaufende Dorsal- und Ventralrand. Alle Ränder zeigen eine kräftige und irreguläre Zackung, vor allem der Ventralrand. Auf der Innenseite sind Teile einer sehr weiten und tiefen, hinten leicht abwärts gebogenen Cauda erhalten. Den Boden der Cauda füllt ein relativ dickes Colliculum aus, welches sich am Ventralrand noch weiter verdickt und hier förmlich über den Rand quillt. Da die vordere Hälfte des Otolithen (incl. Ostium) fehlt, ist die Bestimmbarkeit stark eingeschränkt.

Diskussion: Die erkennbaren Details (schlanke Otolithenform, sehr tiefe und weite Cauda) lassen sich am besten mit Pomatomidae-Otolithen vergleichen [z. B. *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1758) - Abb. 33/9]. Das Fragment reicht nicht für eine sichere Bestimmung aus.

Vorkommen: Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### Familia Sciaenidae Cuvier, 1829

Bemerkungen: Die Familie Sciaenidae umfaßt eine große Anzahl von Gattungen und Arten. In jüngerer Zeit hat es mehrfach Versuche gegeben, diesen Komplex weiter aufzuteilen. Besonders wichtig sind in diesem Zusammenhang die Arbeiten von CHAO (1978) und SASAKI (1989). SASAKI stellt ein auf einer umfangreichen cladistischen Analyse basierendes System vor, welches bei der nachfolgenden Gruppierung zur Anwendung kommt. Allerdings sind die rein fossilen Sciaenidae mit noch sehr percoider Otolithenmorphologie in der ausschließlichen auf rezenten Arten beruhenden Klassifikation von SASAKI nicht enthalten. Sie werden hier als ancestrale Sciaenidae mit percoider Otolithenmorphologie vorangestellt. Einige andere fossile Gruppen werden soweit im System von Sasaki eingeordnet, wie es interpretierbar und vertretbar erscheint. Die Anordnung der Gattungen erfolgt nicht alphabetisch, sondern nach Otolithenmor-

phologie in enger zusammengehörenden Gruppen. Das erleichtert die Diskussion morphologisch ähnlicher Taxa und die Anordnung der Abbildungen.

### Ancestrale Sciaenidae

**Bemerkungen:** Typische Sciaenidae-Otolithen sind recht groß, gedrunken und robust. Sie zeichnen sich weiterhin durch einige sehr charakteristischen Eigenheiten in der Sulcuspomorphologie aus. Zu nennen sind vor allem das stark erweiterte, umfangreiche Ostium und die bogenförmig nach vorn gerichtete Junktion Ostium-Cauda. *Umbrina* repräsentiert recht gut diesen Otolithentyp. Einige Gattungen bilden zwar sekundär wieder gestrecktere und dünnere Otolithen, doch bleibt die bogen-

förmige Junktion Ostium-Cauda durchweg erhalten. Bei den als ancestrale Sciaenidae zusammengefaßten, eozänen Formen fehlen beide Merkmale in der Sulcuspomorphologie teilweise noch, doch ist die sukzessive Entwicklung hin zum *Umbrina-Sciaena*-Muster gut zu erkennen. Nach den einzelnen Stadien der Entwicklung der Sulcuspomorphologie lassen sich einzelne Arten in Artgruppen zusammenfassen, die möglicherweise den Rang fossiler Gattungen einnehmen. Ich verzichte auf die Benennung und Verwendung fossiler Gattungen und bevorzuge die Benutzung von Artgruppen, die nach einer charakteristischen Art benannt sind. Es ist völlig ungeklärt (Skelettfunde fehlen), wie weit die Veränderungen in der Otolithenmorphologie mit solchen Abänderungen in der Morphologie und

#### Abb. 33

Abb. 33/1-4: *Dentex esseri* n. sp.

1a-c: linke Sagitta Nr. 149(P38), Holotypus, a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; 2: rechte Sagitta Nr. 463(P68), Paratypus, Innenseite; 3: rechte Sagitta Nr. 398(P33), Paratypus, Innenseite; 4: rechte Sagitta Nr. 462(P68), Paratypus, Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 33/5a-c: *Dentex* sp.

Rechte Sagitta Nr. 142(P38), a: Innenseite, b: Außenseite, b: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 33/6a-b: "genus Sparidarum" sp. 1

Rechte Sagitta Nr. 848(P9), a: Innenseite, b: ventral; St. Marys Fm. (Windmill Point Mbr.), Maryland (Chancellors Point).

Abb. 33/7a-b: "genus Sparidarum" sp. 2

Rechte Sagitta Nr. 876(P35), Innenseite; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Abb. 33/8a-b: "genus Pomatomidarum" sp.

Rechte Sagitta Nr. 870(P34), a: Innenseite, b: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 33/9: *Pomatomus saltatrix*

Rechte Sagitta, Innenseite, rezent, Maryland (Chesapeake Bay), coll. A. Müller.

Abb. 33/10-15: "genus Sciaenidarum" *eporectus* KOKEN, 1888

10: juvenile rechte Sagitta Nr. 364(P25), Innenseite; 11: juvenile linke Sagitta Nr. 366(P25), Innenseite; 12: juvenile linke Sagitta Nr. 365(P25), Innenseite; 13: juvenile linke Sagitta Nr. 363(P25), Innenseite; 14a-d: adulte rechte Sagitta Nr. 361(P25), a: Innenseite, b: ventral, c: caudal, d: ostial; 15a-d: subadulte rechte Sagitta Nr. 362(P25), a: ostial, b: caudal, c: Innenseite, d: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 33/16-21: "genus aff. *Umbrina*" *eanesi* n. sp.

10: juvenile rechte Sagitta Nr. 367(P25), Paratypus, Innenseite; 17: juvenile linke Sagitta Nr. 372(P25), Paratypus, Innenseite; 18: juvenile rechte Sagitta Nr. 370(P25), Paratypus, Innenseite; 19a-e: adulte rechte Sagitta Nr. 351(P25), Holotypus, a: ostial, b: Innenseite, c: dorsal, d: caudal, e: ventral; 20a-d: rechte Sagitta Nr. 301(P25), Paratypus, a: Innenseite, b: ostial, c: ventral, d: caudal; 21: juvenile rechte Sagitta Nr. 373(P25), Paratypus, Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 33/22: "genus Sciaenidarum" aff. *copelandi* (DANTE & FRIZZELL, 1965) Subadulte linke Sagitta Nr. 223(P25), Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 33/23-30: "genus aff. *Umbrina*" *livesayi* n. sp.

23: juvenile linke Sagitta Nr. 376(P25), Paratypus, Innenseite; 24: juvenile linke Sagitta Nr. 210(P38), Paratypus, Innenseite; 25: juvenile linke Sagitta Nr. 375(P25), Paratypus, Innenseite; 26: juvenile linke Sagitta Nr. 212(P25), Paratypus, Innenseite; 27: subadulte rechte Sagitta Nr. 381(P25), Paratypus, Innenseite; 28: subadulte linke Sagitta Nr. 380(P25), Paratypus, Innenseite; 29: subadulte rechte Sagitta Nr. 209(P38), Paratypus, Innenseite; 30: adulte linke Sagitta Nr. 208(P38), Paratypus, Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

#### Fig. 33

Fig. 33/1-4: *Dentex esseri* n. sp.

1a-c: left sagitta No. 149(P38), holotype, a: inner face, b: ventral, c: outer face; 2: right sagitta No. 463(P68), paratype, inner face; 3: right sagitta No. 398(P33), paratype, inner face; 4: right sagitta No. 462(P68), paratype, inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 33/5a-c: *Dentex* sp.

Right sagitta No. 142(P38), a: inner face, b: outer face, b: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 33/6a-b: "genus Sparidarum" sp. 1

Right sagitta No. 848(P9), a: inner face, b: ventral; St. Marys Fm. (Windmill Point Mbr.), Maryland (Chancellors Point).

Fig. 33/7a-b: "genus Sparidarum" sp. 2

Right sagitta No. 876(P35), inner face; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 33/8a-b: "genus Pomatomidarum" sp.

Right sagitta No. 870(P34), a: inner face, b: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 33/9: *Pomatomus saltatrix*

Right sagitta, inner face, rezent, Maryland (Chesapeake Bay), coll. A. Müller.

Fig. 33/10-15: "genus Sciaenidarum" *eporectus* KOKEN, 1888

10: juvenile right sagitta No. 364(P25), inner face; 11: juvenile left sagitta No. 366(P25), inner face; 12: juvenile left sagitta No. 365(P25), inner face; 13: juvenile left sagitta No. 363(P25), inner face; 14a-d: adult right sagitta No. 361(P25), a: inner face, b: ventral, c: caudal, d: ostial; 15a-d: subadult right sagitta No. 362(P25), a: ostial, b: caudal, c: inner face, d: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

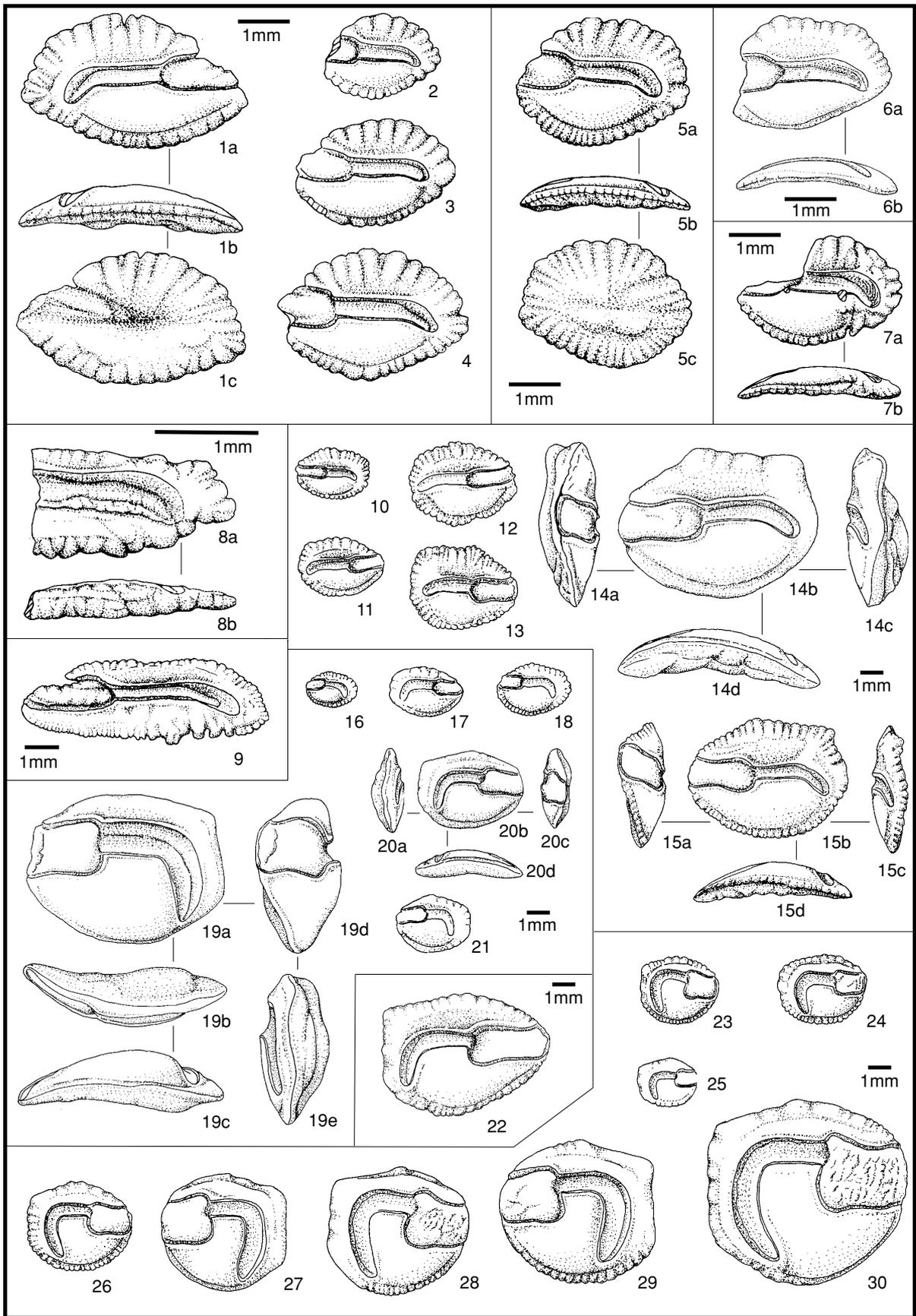
Fig. 33/16-21: "genus aff. *Umbrina*" *eanesi* n. sp.

10: juvenile right sagitta No. 367(P25), paratype, inner face; 17: juvenile left Sagitta No. 372(P25), paratype, inner face; 18: juvenile right sagitta No. 370(P25), paratype, inner face; 19a-e: adult rights Sagitta No. 351(P25), holotype, a: ostial, b: inner face, c: dorsal, d: caudal, e: ventral; 20a-d: right sagitta No. 301(P25), paratype, a: inner face, b: ostial, c: ventral, d: caudal; 21: juvenile right sagitta No. 373(P25), paratype, inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 33/22: "genus Sciaenidarum" aff. *copelandi* (DANTE & FRIZZELL, 1965) Subadult left sagitta No. 223(P25), inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 33/23-30: "genus aff. *Umbrina*" *livesayi* n. sp.

23: juvenile left sagitta No. 376(P25), paratype, inner face; 24: juvenile left Sagitta No. 210(P38), paratype, inner face; 25: juvenile left Sagitta No. 375(P25), paratype, inner face; 26: juvenile left Sagitta No. 212(P25), paratype, inner face; 27: subadult right sagitta No. 381(P25), paratype, inner face; 28: subadult left sagitta No. 380(P25), paratype, inner face; 29: subadult right sagitta No. 209(P38), paratype, inner face; 30: adult left sagitta No. 208(P38), paratype, inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).



Anatomie des gesamten Organismus korrelieren, die für die Abgrenzung von Gattungen nach zoologischen Gesichtspunkten relevant sind.

### **eporectus -Gruppe**

**Bemerkungen:** "genus *Sciaenidarum*" *eporectus* (KOKEN, 1888) ist die namengebende Art für diese Gruppe, für die von DANTE & FRIZZELL (in FRIZZELL & DANTE, 1965) die Gattung *Ekokenia* aufgestellt wurde. Kennzeichnend sind relativ dünne, in der Längsachse stärker gebogene Otolithen, deren Sulcus ein schmales, langes Ostium und eine enge, hinten nur moderat abwärts gebogene Cauda besitzt. Die Junktion Ostium-Cauda ist noch völlig percoid. Neben *eporectus* gehört sicher noch eine weitere Art zu dieser Gruppe, von KOKEN (1888) als *Sciaenidarum similis* beschrieben. Bisher ist diese Gruppe nur aus dem Eozän der USA bekannt geworden.

### **"genus *Sciaenidarum*" *eporectus* KOKEN, 1888**

Abb. 33/10-15

\* 1888 *Otolithus (Sciaenidarum) eporectus* KOKEN: 282, Taf. 18 Fig. 16-17.

1924 *Otolithus (Sciaenidarum) eporectus*, - POSTHUMUS: 27.

1929 *Otolithus (Sciaenidarum) eporectus*, - CAMPBELL: 264, Taf. 29 Fig. 16-17.

1965 *Ekokenia eporecta*, - DANTE & FRIZZELL: 704, Taf. 87 Fig. 11, 12, 16; Taf. 88 Fig. 5, 11.

1968 *Eokokenia eporecta*, - WEILER: 56 (*Eokokenia* ist inkorrekt!).

**Material:** 13 Otolithen: P25(5), P34(1), P66(1), P38(6).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
362(P25)	6,5	4,9	1,3	1,33	5,0
361(P25)	8,3	6,4	1,7	1,30	4,8

**Beschreibung:** Die Beschreibung erfolgt nach den größten adulten Otolithen (z.B. Abb. 33/14). Die Otolithen sind gedrunken, hoch und in der Längsachse stärker gebogen. Dies führt zu einer kräftig konvex gewölbten Innen- und zu einer konkaven Außenseite. Auch in vertikaler Richtung ist die Außenseite konkav und die Innenseite konvex gewölbt.

Am Dorsalrand sind zwei in der Regel sehr scharf markierte Ecken vorhanden. Die prä-dorsale Ecke liegt kurz vor der Mitte. Von hier aus fällt der Dorsalrand schräg nach vorn zum Ostium ab. Der Abfall nach hinten ist weniger steil, hier endet der Dorsalrand an einer etwa rechtwinkligen postdorsalen Ecke. Im Bereich zwischen prä- und postdorsaler Ecke ist am Dorsalrand eine flache, irreguläre Kerbung entwickelt. Von der postdorsalen Ecke fällt der Hinterrand steil zum breit gerundeten Caudalende ab und verläuft dabei etwas konkav eingebogen. Der Ventralrand spannt einen sehr gleichmäßig konvexen Bogen zwischen Ostium und Cau-

dalende. Hinter- und Ventralrand besitzen bei den größeren Otolithen keine Skulptur. Auf der Außenseite der Otolithen erkennt man einige kurze, randliche und radial angeordnete Furchen und Wülste, meist sehr flach und unscharf begrenzt. Im zentralen Bereich der Außenseite sind einige mehr oder weniger deutliche, etwas irreguläre Erhebungen vorhanden. Insgesamt ist dies eine Altersskulptur, die sich aus dem Ausglätten der starken Skulptur juveniler Otolithen ergibt.

Der Sulcus liegt so weit supramedian, daß der Ventralrand der Cauda im horizontalen Abschnitt hinter dem Collum genau auf der halben Otolithenhöhe liegt. Das Ostium ist sehr lang (es erreicht nahezu die Länge der Cauda) und schmal, mit einem etwa spatelförmigen Umriss. Sowohl der Ventral- als auch der Dorsalrand des Ostiums sind konkav eingebogen, wodurch der sehr charakteristische Umriss des Sulcus erzeugt wird. Am Collum ist das Ostium deutlich eingesenkt. Es wird völlig von einem recht dicken Colliculum ausgefüllt, welches bis zum Ostialrand reicht und hier sogar noch etwas hervorragen kann. Die schmale und tiefe Cauda biegt hinten nur mäßig in ventraler Richtung um. Ihren Boden bedeckt ein flaches, dünnes Colliculum, welches bis an die Dorsalwand der Cauda reicht und hier durch eine feine Linie abgesetzt ist. Dorsal grenzt eine gut entwickelte Crista superior den Sulcus von der etwas vertieften Area ab. Unter dem Sulcus erstreckt sich ein umfangreiches, gewölbtes und glattes Ventralfeld, gegen den ventralen Randsaum durch eine gut entwickelte Ventrallinie abgesetzt.

**Ontogenie und Variabilität:** Frühjuvenile Otolithen (Abb. 33) sind gestreckter und besitzen eine starke Skulptur der Ränder. Die Cauda ist hinten nur wenig abwärts gebogen. Das Wachstum der Otolithen ist allometrisch, vor allem die Höhe, weniger die Dicke, nehmen während des Wachstums relativ zur Länge zu. Gleichzeitig glättet die Skulptur der Ränder aus bis zum nahezu völligen Verschwinden bei den größten Otolithen. Dagegen nimmt die Biegung der Cauda deutlich zu. Neben den gesetzmäßigen Veränderungen während der ontogenetischen Entwicklung ist nur eine sehr geringe Variabilität zu verzeichnen. Die Konstanz in den morphologischen Merkmalen von Otolithen dieser Gruppe führt zum begründeten Schluß, daß schon geringe, aber konstante morphologische Veränderungen zur Artunterscheidung brauchbar sind.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion); Claibornean, Golfküste (Alabama bis Texas).

### **"genus *Sciaenidarum*" sp.**

1888 *Otolithus (Sciaenidarum) similis* KOKEN: 284-285, Taf. 19 Fig. 10, 11, 14.

1929 *Otolithus (Sciaenidarum) similis*, - CAMPBELL: 265, Taf. 30 Fig. 9, 13.

1985 *Otolithus (Sciaenidarum) similis*, - NOLF: 130.

**Diskussion:** Die Originalmaterial von KOKEN beinhaltet juvenile Otolithen unterhalb der diagnostischen Grenze. Die Sulcuspomorphologie entspricht etwa "genus *Sciaenidarum*" *eporectus*, die Cauda ist aber etwas stärker gebogen, doch bei weitem nicht so stark wie bei Arten der *claybornensis*-Gruppe. Die Art ist nicht interpretierbar und wurde von NOLF verworfen.

**Vorkommen:** Obereozän (Jacksonian), Mississippi.

### ***claybornensis* -Gruppe**

**Bemerkungen:** Eine typische Art ist "genus *Sciaenidarum*" *claybornensis* KOKEN, 1888 aus dem Miozän der Golfküste. Zur gleichen Gruppe gehört auch *copelandi* DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE, 1965, von den Autoren als Typus-Art der neu aufgestellten Gattung *Jefitchia* benutzt. Die Otolithen sind in der Längsachse stark gebogen, mit stark konvexer Innenseite und konkaver Außenseite. Die Sulcuspomorphologie entspricht weitgehend der der *eporectus*-Gruppe, die Cauda ist jedoch hinten kräftig abwärts gebogen. Neben *claybornensis* gehört noch *copelandi* zu der bisher nur aus dem Eozän der USA bekannten Gruppe.

### **"genus *Sciaenidarum*" *claybornensis* (KOKEN, 1888)**

- \*1888 *Otolithus* (*Sciaenidarum*) *claybornensis* KOKEN: 283, Taf. 19 Fig. 1, 4.  
1929 *Otolithus* (*Sciaenidarum*) *claybornensis*, - CAMPBELL: 264, Taf. 30 Fig. 1, 4.  
1985 "genus *Sciaenidarum*" *claybornensis*, - NOLF: 88.

**Diskussion:** Die Schreibweise "*claybornensis*" bei CAMPBELL ist zwar geologisch richtig, aber "*claybornensis*" ist mit der Originalbeschreibung gültig.

**Vorkommen:** Miozän (Claibornean), Alabama (Claiborne), das Vorkommen im Jacksonian ist unsicher.

### **"genus *Sciaenidarum*" aff. *copelandi* (DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE, 1965)**

Abb. 33/22

aff.\*1965 *Jefitchia copelandi* DANTE & FRIZZELL in FRIZZELL & DANTE: 705-706, Taf. 87 Fig. 3, 4, 9, Taf. 88 Fig. 1, 2, 6.

**Material:** 1 Otolith (P38).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
223(P38)	7,8	5,7	1,7	1,37	4,59

**Beschreibung:** Der Otolith besitzt einen relativ gedrunken ovalen, caudal gerade abgestutzten Umriß. Er ist dünn und in der Längsachse stark gebogen. Dabei erscheint die Biegung fast schon so

scharf wie ein Knick kurz vor der Mitte der Otolithen-Länge. Die Innenseite ist stark gewölbt, die Außenseite stärker konkav. Der Dorsalrand ist schwach konvex gekrümmt und besitzt eine deutliche mitt dorsale Ecke. Von hier aus fällt er schräg nach vorn zum Ostialrand ab. Nach hinten ist der Abfall weniger schräg. Hier endet der Dorsalrand an einer scharfen, fast rechtwinkligen Ecke. Von hier aus führt der Hinterrand vertikal und annähernd geradlinig nach unten. An einer stumpfen postventralen Ecke trifft er auf den Ventralrand. Dieser ist nicht gleichmäßig konvex gebogen, sondern steigt nach vorn zum Ostialrand stärker an. Der Ostialrand selbst ist kurz und konvex gebogen. Die Ränder sind mehr oder weniger gleichmäßig gekerbt, am stärksten der Ventralrand. Die Skulptur der Ränder korrespondiert mit einer Skulptur der Außenseite, die aus kurzen, radialen Furchen und Wülsten besteht. Im zentralen Bereich der Außenseite finden sich einige irreguläre Erhebungen.

Der Sulcus liegt supramedian und ist in ein langes, schmales Ostium und eine relativ enge und tiefe Cauda unterteilt. Die Cauda steigt zunächst etwas nach hinten an und biegt dann scharf in ventraler Richtung ab. Ein dünnes Colliculum bedeckt den Boden der Cauda und reicht im vorderen Teil bis an den Dorsalrand. Das Ostium ist gegen die Cauda etwas vertieft und besitzt einen gestreckt spatelförmigen Umriß. Durch leichte Einbiegungen des Dorsal- und des Ventralrandes verengt sich das Ostium nach vorn wieder etwas, nachdem er kurz vor dem Collum seine größte Breite erreicht hat. Der Boden des Ostiums wird von einem dickeren Colliculum völlig ausgefüllt. Am Collum werden das ostiale und das caudale Colliculum durch eine Furche getrennt, welche ganz leicht konvex nach vorn gebogen ist. Der Dorsalrand des Sulcus wird von einer Crista superior begleitet. Darüber folgt ein schwach vertieftes, undeutlich begrenztes Dorsalfeld. Unter dem Sulcus erstreckt sich ein umfangreiches, gewölbt und glattes Ventralfeld. Es ist durch eine randnahe Ventrallinie vom Randsaum abgesetzt. Die Skulptur des Randsaumes greift nicht auf das Ventralfeld über.

**Diskussion:** "genus *Sciaenidarum*" *copelandi* DANTE & FRIZZELL, 1965 ist von den Autoren nicht nach IRZN-Norm publiziert worden und damit bei strenger Anwendung der Norm nicht valide. Von NOLF wurde das Typusmaterial der Autoren revidiert und gezeichnet (noch unpubliziert). Danach ist der Holotypus von *copelandi* eine ausreichend erhaltene, adulte linke Sagitta. Der Arname ist somit verfügbar und muß nicht ersetzt werden. Im Detail wird dies von NOLF in nächster Zeit publiziert.

Der vorliegende Otolith ist ein mittelgroßes Exemplar und dünner als der adulte Holotypus. Ferner ist das Hinterende der Cauda nicht so stark abwärts gebogen. Daher erfolgt die Bestimmung mit Vorbehalt.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Subfamilia Sciaeninae**  
**Tribus Sciaenini S ASAKI, 1989**  
**Umbrina-nahe eoazäne Taxa**

**Bemerkungen:** In dieser Gruppe fasse ich die paläogenen Taxa zusammen, die schon eine weitgehend *Umbrina*-artige Otolithen-Morphologie aufweisen. Das Ostium ist stärker erweitert als bei Otolithen der ancestralen Gruppe, wenn auch nur ventral und nicht so extrem wie bei *Umbrina*, und die Cauda ist kräftig gebogen. Der Übergang zum *Umbrina*-Typus vollzieht sich fließend und bedeutet vor allem eine noch stärkere Erweiterung des Ostiums, bei der auch die dorsalen Partie mit einbezogen wird.

**"genus aff. *Umbrina*" *eanesi* n. sp.**

Abb. 33/16-21

?1888 *Otolithus (Sciaenidarum) intermedius* KOKEN: 283-284, Taf. 19 Fig. 2, 3.

?1929 *Otolithus (Sciaenidarum) intermedius*, - CAMPBELL: 265, Taf. 30 Fig. 2, 3.

?1985 "genus *Sciaenidarum*" *intermedius*, - NOLF: 88.

**Holotypus:** Rechte Sagitta Nr. 351(P25), Abb. 33/19.

**Paratypen:** Otolithen Nr. 301(P32), 367(P25), 370(P25), 372(P25), 373(P25), Abb. 33/10-18,20-21.

**Locus typicus:** Virginia, King William County, Pamunkey River, Farm Townsend, "Devils Hole" (loc. 19).

**Stratum typicum:** Mitteleozän, Piney Point Formation, Basis Bed A).

**Derivatio nominis:** Nach Familie *Eanes* am Pamunkey River, für die Hilfe bei den Geländearbeiten.

**Diagnose:** Otolithen sehr gedrungen, hoch und dick, größte Dicke der Außenseite nach hinten verlagert. Innenseite gleichmäßig konvex. Sulcus mit kurzem, annähernd rechteckigem Ostium und stark gebogener Cauda, deren Hinterende bis dicht an den Ventralrand reicht.

**Material:** 106 Otolithen: P25(47), P32(2), P33(5), P34(6), P41(9), P42(13), P43(4), P68(4), P38(6).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
374(P25)	4,95	3,6	1,2	1,38	4,13	Paratypus
301(P32)	5,9	4,45	1,45	1,33	4,07	Paratypus
351(P25)	9,3	7,0	2,7	1,33	3,44	Holotypus

**Beschreibung:** Die nachfolgende Beschreibung ist an adulten Otolithen orientiert (z.B. Abb. 33/19: Holotypus). Adulte Otolithen dieser Art sind recht gedrungen und nur wenig länger als hoch. Sie sind sowohl vertikal als auch horizontal deutlich gebogen, was zu einer konkaven Außenseite und einer stärker konvexen Innenseite führt. Das stärkste Dickenwachstum beider Seiten ist deutlich hinter die Mitte der Otolithen-Länge verlagert, so daß die Otolithen etwa zu Beginn des hinteren Drittels der Länge am dicksten sind. Der Dorsalrand ist nur mäßig konvex gebogen und besitzt ein undeutliches Prädorsaleck in etwa mid dorsaler Position. Er endet an einem scharf ausgebildetem Posdorsaleck, von dem der Hinterrand steil und fast geradlinig zur etwas ventral verlagerten, stumpfen Caudalecke abfällt. Der Ventralrand spannt einen recht gleich-

mäßigen, konvexen Bogen zwischen dem caudalen Ende der Otolithen und der Basis des Ostialrandes. Der Ostialrand selbst verläuft fast genau senkrecht. Die Ränder sind glatt bis höchstens flach und undeutlich gewellt.

Auf der stark gewölbten Innenseite erstreckt sich ein umfangreicher Sulcus in supramedianer Position. Er ist in eine relativ lange Cauda und ein kurzes Ostium unterteilt. Am Collum ist das Ostium dorsal nur wenig erweitert, ventral etwas stärker. Der Dorsalrand verläuft annähernd geradlinig, während der Ventralrand deutlich eingebuchtet ist. Die weite und tiefe Cauda verläuft erst etwa horizontal nach hinten und biegt dann scharf in ventraler Richtung ab. Sie endet dicht am hinteren Ventralrand. Der Boden der Cauda ist von einem dünnen Colliculum bedeckt, welches dorsal von einer feinen, aber scharfen Linie begrenzt ist und nicht auf die Dorsalwand der Cauda übergreift. Am Collum trennt eine leicht konvex nach vorn gerichtete Furche das caudale vom ostialen Colliculum. Das ostiale Colliculum ist dicker und füllt das Ostium fast völlig aus. Dorsal ist der Sulcus von einer gut entwickelten Crista superior begrenzt. Das darüber liegende Dorsalfeld ist dagegen etwas vertieft. Eine Crista inferior ist kaum ausgeprägt. Unter dem Sulcus liegt das umfangreiche, stark gewölbte Ventralfeld, welches durch eine sehr randnah verlaufende Ventrallinie gegen den extrem schmalen Randsaum begrenzt ist. Besonders stark ist die Wölbung des Ventralfeldes im hinteren Teil, wo es dann steil zum Sulcus hin abfällt.

**Ontogenie und Variabilität:** Frühjuvenile Otolithen sind gestreckter, besitzen meist kräftig gekerbte Ränder und ein besser abgesetztes Prädorsaleck in nahezu mid dorsaler Lage. Das Hinterende der Cauda ist noch nicht so stark abwärts gebogen. Schon bei mittelgroßen Exemplaren glätten die Ränder aus und die Cauda ist wesentlich stärker abwärts gebogen. Das Dickenwachstum ist jedoch noch nicht so stark, so daß die Innenseite noch nicht so konvex und die Außenseite noch deutlicher konkav ist als bei den adulten Otolithen. Insgesamt nehmen im Laufe der ontogenetischen Entwicklung das Höhen- und das Dickenwachstum kräftiger zu als das Längenwachstum.

**Diskussion:** Die Art unterscheidet sich durch das relativ kurze, rechteckige Ostium und die stark gebogene Cauda gut von Arten der *eporetus*- und *claybornensis*-Gruppe. Ähnliche, möglicherweise konspezifische Otolithen wurden von KOKEN (1888) als *Otolithus (Sciaenidarum) intermedius* beschrieben. Der Artname wurde auch von FRIZZELL und DANTE (1965) für oberflächlich ähnliche Otolithen benutzt, deren Sulcuspomorphologie aber eher der nachfolgenden als "genus aff. *Umbrina*" *livesyi* n. sp. beschriebenen Art entspricht. Der Artname ist nach Revision von NOLF nicht verfügbar (siehe weiter unten).

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**"genus aff. *Umbrina*" *livesayi* n. sp.**

Abb. 33/23-30, Abb. 34/1-2

?1965 *Corvina intermedia* KOKEN, - FRIZZELL & DANTE:  
707, Taf. 88 Fig. 9, 10, 27, 29, 30.

Holotypus: Linke Sagitta Nr. 219 (P38), Abb. 34/2.

Paratypen: Otolithen Nr. 218 (P38), 208 (P38), 209 (P38), 375-376 (P25), 380-381 (P25), 210 (P38), 212 (P38), Abb. 33/23-30, Abb. 34/1.

Locus typicus: Virginia, Henrico County, Sand und Gravel Pit Bottoms Bridge am Chickahominy River (loc. 22).

Stratum typicum: Mitteleozän, Piney Point Formation, Bed C.

Derivatio nominis: Nach Mr. Jim Livesay, Richmond (Virginia).

Diagnose: Otolithen sehr massiv, gedrungen oval bis rundlich im Umriss, nur wenig länger als hoch. In horizontaler Richtung Anlage einer kräftigen Biegung, durch Dickenwachstum der Außenseite weitgehend kompensiert. Innenseite in horizontaler Richtung stark konvex, Außenseite schwach konkav. In vertikaler Richtung beide Seiten stark konvex. Sulcus mit sehr langer, enger, tiefer und stark gebogener Cauda. Ostium dorsal kaum, ventral dagegen stark erweitert.

Material: 133 Otolithen: P25(27), P31(4), P32(2), P33(2), P34(P6), P41(3), P42(10), P43(1), P66(2), P67(1), P68(10), P69(2), P38(53).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
218(P38)	8,0	6,5	2,8	1,23	2,86	Paratypus
219(P38)	8,4	7,1	2,9	1,18	2,9	Holotypus

Beschreibung: Die Beschreibung ist am Holotypus orientiert (Nr. 219/P38, Abb. 34/2). Der sehr massive Otolith besitzt einen gedrungen ovalen Umriss und ist etwas länger als hoch. Die Biegung in horizontaler Richtung führt zu einer stärker konvexen Anlage der Außenseite, die aber durch das starke Dickenwachstum weitgehend kompensiert wird. So bleibt von der konkaven Anlage nur noch eine schwach konkave Einsenkung der Zentralregion der Außenseite. Die Innenseite ist sehr stark konvex gewölbt. In vertikaler Richtung sind beide Seiten konvex. Auf der Außenseite befindet sich eine Skulptur aus etwa vertikal orientierten, flachen, breiten und unscharf begrenzten Wülsten.

Der leicht konvexe Dorsalrand bildet eine stumpfe mitdorsale Ecke. Er stößt an einem weit nach hinten verschobenen, ebenfalls stumpfen Postdorsaleck an den Hinterrand. Dieser fällt senkrecht und fast gerade nach unten ab. Den Übergang zum Ventralrand markiert eine weitere stumpf gerundete Ecke. Von hier aus erstreckt sich der Ventralrand im gleichmäßig konvexen Bogen nach vorn und geht fließend in den ebenfalls konvexen Vorderrand über. Das ostiale Colliculum steht am Vorderrand etwas über, begrenzt durch eine schwache dorsale und ventrale Einkerbung auf der Höhe des Dorsal- und Ventralrandes des Ostiums. Die Ränder sind durchweg glatt.

Der Sulcus ist in ein relativ kurzes und nur mäßig erweitertes Ostium und eine sehr lange, enge und tiefe Cauda unterteilt. Die Cauda verläuft vom Collum an zunächst ein kurzes Stück horizontal

nach hinten und biegt dann scharf in ventraler Richtung ab. Das Hinterende der Cauda liegt kurz vor dem Ventralrand des Otolithen und ist durch die starke Biegung wieder etwas schräg nach vorn gerichtet. Das Ostium erweitert sich dorsal nur wenig und der Dorsalrand verläuft unter einer typisch sigmoidalen Schwingung nach vorn zum Vorderrand. Die deutliche ventrale Erweiterung des Ostiums erreicht etwas weniger als die doppelte Breite der Cauda. Der Ventralrand biegt am Collum zunächst scharf nach unten ab und ist dabei leicht schräg nach hinten gerichtet. Er führt dann im gleichmäßigen Bogen nach vorn und verläuft annähernd horizontal zum Vorderrand, mit leichter, aber sehr typischer, sigmoidaler Schwingung. Das ostiale Colliculum ist sehr dick und steht am Vorderrand etwas über. Am Collum markiert eine feine, bogenförmig nach vorn gerichtete Furche die Grenze zum dünnen caudalen Colliculum, welches nur den Boden der Cauda bedeckt.

Über dem Sulcus erstreckt sich eine sehr niedrige, flache Area, durch eine schwache Linie gegen den sehr schmalen dorsalen Randbereich begrenzt. Sie folgt hinten der Biegung der Cauda und ist auch hier durch eine undeutliche Linie vom hinteren Randbereich abgesetzt. Unter dem Sulcus liegt das kräftig gewölbte, glatte Ventralfeld. Es bildet dorsal einen relativ engen Zwickel zwischen Ostium und Cauda. Die Ventrallinie verläuft extrem randnah und fällt fast mit dem Ventralrand des Otolithen zusammen.

Ontogenie und Variabilität: Frühjuvenile Otolithen zeigen einen recht gleichmäßig ovalen Umriss, mit deutlich gekerbten Rändern und einer Skulptur aus rundlichen Knoten auf der Außenseite. Dieses frühontogenetische Stadium gleicht übrigens dem vieler "modernerer" Sciaenidae, wie *Umbrina* oder *Sciaena*. Im Laufe der Ontogenese nimmt das Höhenwachstum etwas stärker zu als das Längenwachstum, die Otolithen werden etwas gedrungener und nehmen die Proportionen der Adulti an. Gleichzeitig glättet die randliche Skulptur und auch die Skulptur der Außenseite aus. Die Ausglättung beginnt zuerst am Hinterrand und endet am Ventralrand. Letzterer zeigt häufig noch bei Subadulti Reste der Skulptur. Die einzelnen Knoten der Außenseite verschmelzen zu flachen, mehr oder weniger deutlich vertikal orientierten und irregulären Wülsten. Bei sehr großen Otolithen können selbst diese Wülste noch weitgehend ausglätten.

Adulte Otolithen verfügen über eine gewisse Variabilität vor allem im Umriss. Er schwankt zwischen sehr gedrungen, fast kreisrund, und etwas gestreckter Form (siehe Relationen in Maßtabelle). Die Sulcus-Proportionen, sowie die Wölbung und Dicke der Seiten sind jedoch immer recht konstant ausgebildet. Da zwischen den extrem gedrungenen und den etwas gestreckteren Varianten alle Übergänge vorhanden sind, ist sicher, daß es sich um Otolithen einer Art handelt.

Diskussion: Die Art unterscheidet sich von

"genus aff *Umbrina*" *eanesi* n. sp. durch die wesentlich größere Dicke und Höhe der Otolithen sowie die andersartige Morphologie des Ostiums, dessen Dorsalrand konkav eingebogen ist. Ähnliche Otolithen wurden von FRIZZELL & DANTE (1965) als *Corvina intermedia* (KOKEN) beschrieben.

Vorkommen: Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Genus *Umbrina* CUVIER, 1816

Typus-Art: *Sciaena cirrosa* LINNAEUS, 1758

Nach Otolithen kann man innerhalb der rezenten Arten der artenreichen Gattung *Umbrina* zwei Gruppen unterscheiden. Die eine Gruppe wird durch sehr gedrungene und hohe Otolithen repräsentiert (z. B. *U. canariensis*, *U. sinuata*, *U. ronchus*). Bei diesen Otolithen bildet das Ventralfeld nur einen schmalen Zwickel zwischen dem Hinter- und dem abwärts gebogenen Teil der Cauda. Bei der anderen Gruppe sind die Otolithen gestreckter und der Zwickel des Ventralfeldes ist breiter (beispielsweise *U. cirrosa*, *U. corrides* etc.). Beide Gruppen sind im amerikanischen Material vorhanden. Fossil kommt noch eine dritte Gruppe hinzu, die sich durch extrem hohe, gedrungene Otolithen auszeichnet und im Oligozän bis Untermiozän NE-Amerikas verbreitet ist. Sie schließt morphologisch eng an die eozäne *livesayi*-Gruppe an. Unter den rezenten beiden Gruppen repräsentieren die gedrungeneren Formen wohl den ursprünglicheren Typus.

### *Umbrina crassa* n. sp.

Abb. 34/3-11

Holotypus: Linke Sagitta Nr. 265(P49), Abb. 34/6.

Paratypen: Alle in Abb. 34 neben dem Holotypus abgebildeten Otolithen.

Locus typicus: North Carolina, Onslow County, Mergelgrube Silverdale am White Oak River (loc. 31).

Stratum typicum: Untermiozän (Aquitanium), Belgrade Formation, Haywood Landing Member.

Derivatio nominis: lat. "crassus" = dick, nach den dicken, robusten Otolithen.

Diagnose: Otolithen sehr massiv, mit stark verdickter Außenseite. Daraus resultiert eine deutlich bikonvexe Form in horizontaler Richtung, trotz konkaver Anlage der Außenseite. In vertikaler Richtung beide Seiten ebenfalls stark konvex gewölbt. Sulcus mit relativ langem Ostium, ventrocaudal stark ausgebuchtet, und sehr stark gebogener Cauda, deren Hinterende sehr dicht an den Ventralrand reicht und deutlich schräg nach vorn gerichtet ist.

Material: 227 bestimmbare Otolithen: P49(197), P51(1), P52(27), P56(2). Im Material weiter 157 nicht sicher bestimmbare frühjuvenile Otolithen, die zu *U. crassa* oder *U. schwimmeri* gehören: P49(46), P51(18), P52(93).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
244(P52)	5,1	4,2	2,0	1,21	2,55	Paratypus
662(P49)	5,2	4,1	1,8	1,27	2,89	Paratypus
661(P49)	6,0	4,6	2,1	1,30	2,86	Paratypus
660(P49)	6,7	5,2	2,5	1,29	2,68	Paratypus
265(P49)	6,8	5,0	2,6	1,36	2,42	Holotypus

Beschreibung: Der Holotypus besitzt einen recht regulär ovalen Umriss und erreicht seine maximale Höhe kurz hinter der Mitte seiner Länge. In horizontaler Richtung ist eine Biegung vorhanden, die der Innenseite mit stark konvexer Wölbung folgt. Das Dickenwachstum der Außenseite ist wesentlich stärker als das der Innenseite (gut erkennbar in Ventralansicht) und übertrifft die konkave Anlage, so daß auch die Außenseite letztlich ähnlich konvex wird wie die Innenseite. In vertikaler Richtung sind beide Seiten konvex. Auf der Außenseite befindet sich eine verschwommene Skulptur

### Abb. 34

Abb. 34/1-2: "genus aff. *Umbrina*" *livesayi* n. sp.

1a-d: adulte linke Sagitta Nr. 218(P38), Paratypus, a: Innenseite, b: ostial, c: caudal, d: dorsal, e: ventral; 2a-e: adulte linke Sagitta Nr. 219(P38), Holotypus, a: Innenseite, b: dorsal, c: ventral, d: ostial, e: caudal; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 34/3-11: *Umbrina crassa* n. sp.

3-4: juvenile rechte Sagittae Nr. 663(P52) u. 664(P52), a: Innenseite, b: ventral; 5a-b: linke Sagitta Nr. 661(P49), a: Innenseite, b: ventral; 6a-b: linke Sagitta Nr. 265(P49), a: Innenseite, b: ventral; 7a-b: linke Sagitta Nr. 246(P49), a: Innenseite, b: ventral; 8a-c: rechte Sagitta Nr. 244(P49), a: Innenseite, b: ventral, c: dorsal; 9a-b: rechte Sagitta Nr. 660(P49), a: Innenseite, b: ventral; 10: linke Sagitta Nr. 266(P49), Innenseite; 11a-b: rechte Sagitta Nr. 662(P49), a: Innenseite, b: ventral. Nr. 265(P49) Holotypus, alle anderen Paratypen; Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina [Silverdale (P49) und Haywood Landing (P52)].

Abb. 34/12-17: *Umbrina schwimmeri* n. sp.

12: rechte Sagitta Nr. 255(P51); 13: juvenile Sagitta 664(P49), Innenseite; 14: rechte Sagitta Nr. 250(P49), Innenseite; 15a-b: rechte Sagitta Nr. 249(P49), a: Innenseite, b: ventral; 16a-b: rechte Sagitta Nr. 675(P49), a: Innenseite, b: ventral; 17a-b: linke Sagitta Nr. 676(P49), a: Innenseite, b: ventral; Nr. 676(P49) Holotypus, alle anderen Paratypen; Nr. 255(P51) Haywood Landing, alle anderen Silverdale; alles Belgrade Formation (Haywood Landing Mem-

### Fig. 34

Fig. 34/1-2: "genus aff. *Umbrina*" *livesayi* n. sp.

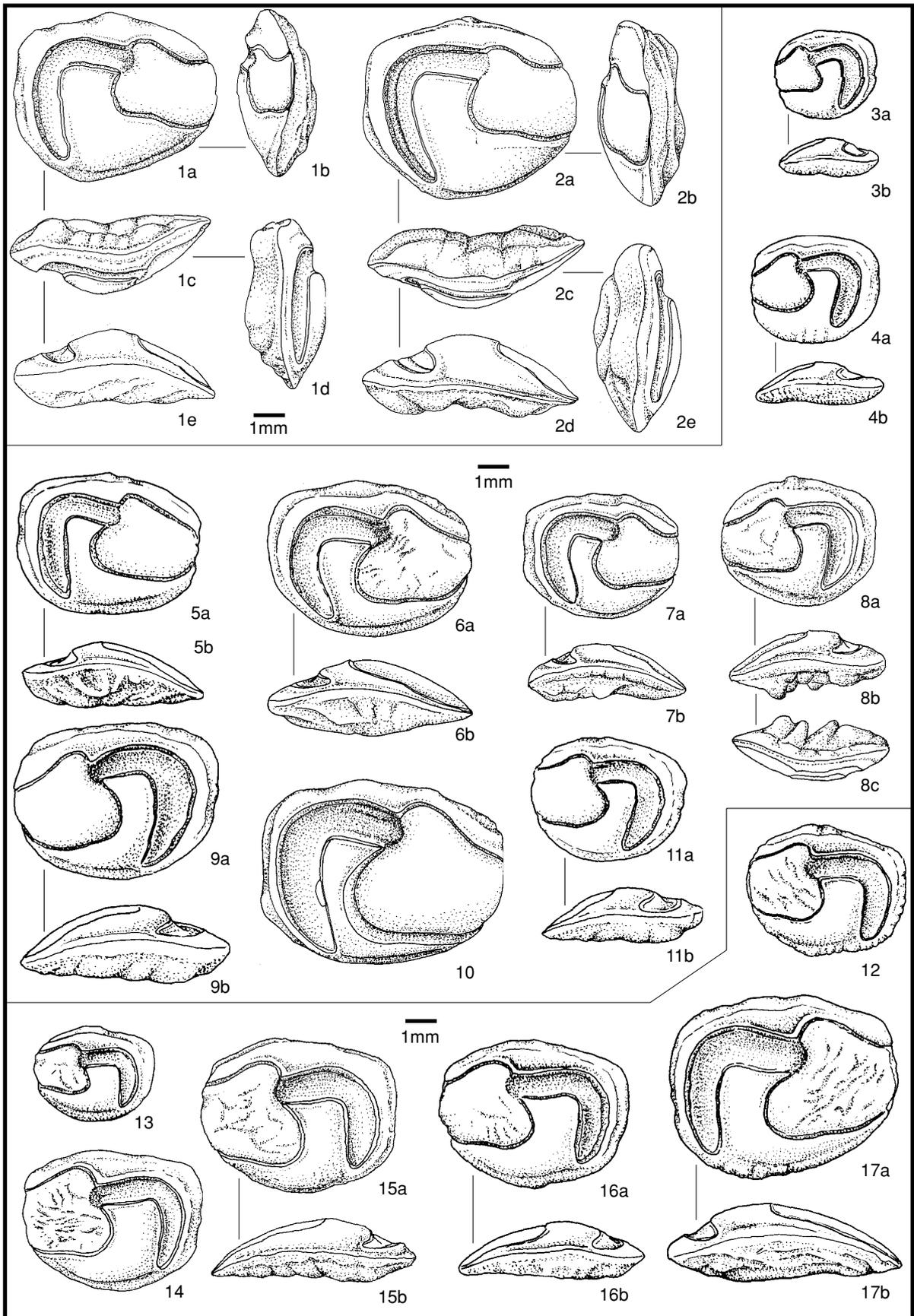
1a-d: adult left sagitta No. 218(P38), paratype, a: inner face, b: ostial, c: caudal, d: dorsal, e: ventral; 2a-e: adult left sagitta No. 219(P38), holotype, a: inner face, b: dorsal, c: ventral, d: ostial, e: caudal; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 34/3-11: *Umbrina crassa* n. sp.

3-4: juvenile right sagittae No. 663(P52) u. 664(P52), a: inner face, b: ventral; 5a-b: left sagitta No. 661(P49), a: inner face, b: ventral; 6a-b: left sagitta No. 265(P49), a: inner face, b: ventral; 7a-b: left sagitta No. 246(P49), a: inner face, b: ventral; 8a-c: right sagitta No. 244(P49), a: inner face, b: ventral, c: dorsal; 9a-b: right sagitta No. 660(P49), a: inner face, b: ventral; 10: left sagitta No. 266(P49), inner face; 11a-b: right sagitta No. 662(P49), a: inner face, b: ventral. No. 265(P49) holotype, all other otoliths paratypes; Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina [Silverdale (P49) und Haywood Landing (P52)].

Fig. 34/12-17: *Umbrina schwimmeri* n. sp.

12: right sagitta No. 255(P51); 13: juvenile sagitta 664(P49), inner face; 14: right sagitta No. 250(P49), inner face; 15a-b: right sagitta No. 249(P49), a: inner face, b: ventral; 16a-b: right sagitta No. 675(P49), a: inner face, b: ventral; 17a-b: left sagitta No. 676(P49), a: inner face, b: ventral; No. 676(P49) holotype, all other otoliths paratypes; No. 255(P51) Haywood Landing, all other otoliths Silverdale; all Belgrade Formation (Haywood Landing Member).



aus etwa vertikal angeordneten, flachen und breiten Wülsten und Depressionen.

Außenseite noch etwas stärker als die Innenseite. Auf Der Dorsalrand verläuft schwach konvex, etwas wellig, und erreicht seine größte Höhe etwas hinter der Mitte. Er geht am breit gerundeten Postdorsaleck in den senkrecht abfallenden, schwach konvexen Hinerrand über. Der Ventralrand spannt einen gleichmäßig konvexen Bogen und trifft caudal an einer schwachen, gerundeten Ecke auf den Hinterrand. Der leicht konvexe Vorderrand geht ohne scharfe Grenze aus dem Ventralrand hervor und ist durch das etwas hervorragende ostiale Colliculum etwas geliedert. Hinter- und der Ventralrand sind glatt.

Dorsal begleitet eine sehr niedrige, glatte Area den Sulcus und zieht caudal als schmaler Streifen mit der Cauda abwärts. Die Grenze zum dorsalen und caudalen Ranbereich wird durch eine feine, aber scharfe Linie gezogen. Unter dem Sulcus greift das gewölbte, glatte Ventralfeld als schmaler, aber hoher Zwickel zwischen das abwärts gebogene Hinterende der der Cauda und das Ostium. Unter dem Ostium läuft das hier sehr niedrige Ventralfeld spitz zum Vorderrand aus. Die randnahe Ventrallinie trennt es vom sehr schmalen Randsaum.

**Ontogenie und Variabilität:** Frühjuvenile Otolithen zeigen eine stärkere Skulptur der Ränder und der Außenseite. Die Knoten der Außenseite bilden teilweise weit hervorspringende, spitze Erhebungen. Die starke Skulptur frühontogenetischer Stadien glätten schnell aus, vor allem die der Ränder. Während die Ränder häufig schon bei weniger als mittelgroßen Otolithen völlig ausglätten, reicht der Skulpturabbau der Außenseite bis in die subadulte Phase, wobei die einzelnen Höcker allmählich zu flachen Wülsten verschmelzen. Bei juvenilen Otolithen ist das Hinterende der Cauda noch nicht ganz so stark eingekrümmt (sie ähneln hierin den Adulti von *U. schwimmeri*, nur ist der Zwickel des Ventralfeldes schmaler!), die hakenartige Krümmung nimmt während der Ontogenese noch zu und das Hinterende der Cauda biegt wieder etwas in ostialer Richtung um.

**Diskussion:** Siehe unter *U. schwimmeri* (nachfolgend behandelte Art).

**Vorkommen:** Belgrade Formation (Haywood Landing Member), North Carolina.

### *Umbrina schwimmeri* n. sp.

Abb. 34/12-17

**Holotypus:** Linke Sagitta Nr. 676(P49), Abb. 34/17.

**Paratypen:** Sämtliche in Abb. 34 neben dem Holotypus abgebildeten Exemplare.

**Locus typicus:** North Carolina, Onslow County, Mergelgrube Silverdale am White Oak River (loc. 31).

**Stratum typicum:** Untermiozän (Aquitanium), Belgrade Formation, Haywood Landing Member.

**Derivatio nominis:** nach Prof. Schwimmer, Columbus College in Columbus (Georgia).

**Diagnose:** Otolithen relativ gedrunken, massiv und bikonvex in horizontaler und vertikaler Richtung. Postdorsaleck deutlich entwickelt, Prädorsaleck undeut-

lich oder fehlend. Sulcus mit annähernd rechtwinklig abgegebener Cauda, Ostium recht kurz und sehr weit. Zwickel des Ventralfeldes zwischen Ostium und abgelenktem Teil der Cauda breiter als die Cauda.

**Material:** 95 Otolithen: P49(85), P51(4), P52(5), P56(1).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
663(P52)	3,35	2,9	1,2	1,16	2,8	Paratypus
664(P52)	4,3	3,55	1,35	1,21	3,19	Paratypus
665(P52)	5,3	4,55	1,5	1,16	3,53	Paratypus
250(P51)	6,1	4,7	1,6	1,30	3,81	Paratypus
675(P49)	6,2	4,9	1,8	1,27	3,44	Paratypus
249(P51)	6,5	5,1	2,0	1,27	3,25	Paratypus
676(P49)	7,45	6,05	2,5	1,23	2,98	Holotypus

**Beschreibung:** Der Holotypus ist relativ gedrunken und besitzt einen etwa gerundet rechteckigen Umriß, verursacht durch den steil abfallenden Vorder- und Hinterrand und die Eckenbildungen. In horizontaler Richtung ist eine schwache Biegung angelegt, die jedoch durch das Dickenwachstum der Außenseite übertroffen wird. Damit erreicht die Außenseite eine schwach konvexe Oberfläche, wobei die größte Höhe weit nach hinten verschoben ist. Von diesem höchsten Punkt aus verläuft die Außenseite über eine große Strecke annähernd eben zum Vorderrand, während die kurze caudale Partie schräg zum Hinterrand abfällt. Die Innenseite ist in horizontaler Richtung stärker konvex gewölbt. In vertikaler Richtung sind beide Seiten etwa gleichmäßig konvex. Auf der Oberfläche der Außenseite finden sich flache, verschwommene Unebenheiten, teilweise vertikal orientiert.

Der Dorsalrand verläuft im leicht konvexen Bogen, dessen höchster Punkt etwas vor der Mitte liegt, ohne eine deutliche Ecke zu bilden. Er endet hinten in einem stumpfen Postdorsaleck, von dem aus der Hinterrand ziemlich genau rechtwinklig und gerade nach unten abfällt. Vom Hinterrand aus vermittelt eine stumpf gerundete Ecke zum gleichmäßig konvexen Ventralrand. Der Vorderrand ist nur schwach konvex und wird weitgehend von der Mündung des Ostiums eingenommen. Die Ränder sind nur leicht gewellt.

Der Sulcus teilt sich in ein relativ kurzes, stark erweitertes Ostium und eine recht enge Cauda. Die Cauda steigt vom Collum an leicht nach hinten an und biegt dann fast rechtwinklig in Richtung Ventralrand ab. Sie endet kurz vor dem Ventralrand. Das Ostium erweitert sich ventral wesentlich stärker als dorsal, mit einer deutlichen, breit gerundeten Ausbuchtung in ventrocaudaler Richtung. Nach dieser Ausbuchtung verläuft der Ventralrand des Ostiums annähernd horizontal nach vorn zum Vorderrand des Otolithen, unter leicht konkaver Einbiegung. Der Dorsalrand fällt schräg zum Vorderrand ab. Am Collum trennt eine stark konvex nach vorn gerichtete, scharfe Furche das dicke ostiale vom relativ dünnen und flachen caudalen Colliculum.

Dorsal begleitet eine extrem niedrige Area den Sulcus. Sie ist im Winkel zwischen Ostium und

Cauda ventral etwas vertieft, wodurch hier der Rand des Sulcus als schwache Crista betont wird. Die Area zieht caudal mit der Cauda nach unten. Eine feine, teilweise undeutliche Linie begrenzt sie gegen den dorsalen und caudalen Randbereich. Unter dem Sulcus greift das gewölbte, glatte Ventralfeld mit einem hohen und recht breiten Zwickel zwischen Ostium und Cauda. Dieser Zwickel ist breiter als die Weite der Cauda. Die Ventrallinie verläuft sehr randnah.

**Ontogenie und Variabilität:** Frühjuvenile Otolithen zeigen einen gleichmäßiger ovalen Umriss und eine kräftige Kerbung der Ränder. Die Außenseite trägt eine Skulptur aus irregulären Knoten. Die Skulptur glättet vergleichsweise schnell aus und schon mittelgroße Otolithen können nahezu glatte Ränder haben. Bei subadulten Otolithen ist überhaupt keine Kerbung der Ränder mehr vorhanden. Die Knoten der Außenseite verschmelzen zu flachen Unebenheiten, häufig mehr oder weniger deutlich vertikal orientiert. Die Variabilität der Adulti ist erstaunlich gering und beschränkt sich weitgehend auf den L/H-Index. Die Sulcus-Proportionen unterliegen nur einer geringen Variabilität und der Zwickel des Ventralfeldes zwischen Ostium und Hinterende der Cauda ist immer deutlich breiter als die dahinter liegende Cauda.

**Diskussion:** Die beiden *Umbrina*-Arten aus der Belgrade Formation unterscheiden sich konstant durch einige Merkmale. Die Adulti von *U. crassa* sind etwas länger und gleichmäßiger oval als die von *U. schwimmeri*, dabei auch deutlich massiver. Die wesentlichen Unterschiede liegen jedoch in der Sulcuspomorphologie. Bei *U. crassa* ist das Ostium in Relation zur Gesamtlänge des Sulcus etwas länger und verjüngt sich nach vorn zum Ostialrand stärker. Die Cauda schließlich ist wesentlich stärker und hakenartig gekrümmt. Damit ergeben sich in der Sulcuspomorphologie ähnliche Differenzen wie zwischen den beiden rezenten sympatrischen, ostatlantischen Arten *U. canariensis* (relativ langes Ostium und schmaler Zwickel zwischen Ostium und Hinterende der Cauda) und *U. cirrhosa* (gestreckter, Ostium kürzer und Zwickel breiter). Die Otolithen der westatlantischen Art *U. coroides* (Sand Drum - einzige Art der US-Atlantikküste) sind insgesamt wesentlich länger als die der beiden fossilen Arten, wobei das Ostium länger und ventral stärker erweitert ist. Dessen Ventralrand verläuft etwa parallel zum weniger konvexen Ventralrand der Otolithen. Der Zwickel zwischen Ostium und Cauda ist breiter als die Cauda. Damit liegen die Merkmale der rezenten Art etwas zwischen den beiden fossilen, bei stärker verlängerter Gestalt der Otolithen.

*U. sp.* aus dem höchsten Mittelmiozän von Maryland ist noch gestreckter als die beiden Arten und zeigt vor allem Unterschiede im Bau der Cauda. Deren abwärts gekrümmtes Hinterende ist wesentlich kürzer als bei den beiden untermiozänen Arten.

**Vorkommen:** Belgrade Formation (Haywood Landing Member), North Carolina.

### *Umbrina* sp. 1

Abb. 35/1

Material: P14: 1.

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo/Lc
527(P14)	5,0	3,5	1,63	1,43	3,07	1,01

**Beschreibung:** Der einzige Otolith ist leicht abgerieben, aber insgesamt noch gut erhalten. Er ist relativ gedrunken und dick und besitzt die Anlage einer Biegung in horizontaler Richtung. Die Innenseite ist gleichmäßig konvex, durch starkes Dickenwachstum ist auch die Außenseite schwach konvex. Die maximale Dicke des Otolithen liegt ziemlich genau in der Mitte. In vertikaler Richtung ist die Außenseite deutlich stärker konvex als die Innenseite. Auf der Außenseite ist eine Skulptur aus flachen, irregulären Wülsten und Furchen entwickelt. Im zentralen Bereich sind diese vertikal angeordnet, sonst recht unregelmäßig.

Am insgesamt schwach konvexen und etwa horizontal ausgerichteten Dorsalrand liegt etwas vor der Mitte ein angedeutetes Prädorsaleck. Das Postdorsaleck ist weit nach hinten verschoben. Von hier aus fällt der leicht konvexe Hinterrand senkrecht nach unten ab. Der schwach konvexe Vorderrand geht fließend in den stärker und gleichmäßig konvex gebogenen Ventralrand über. Die Ränder sind glatt.

Der Sulcus ist in ein stark erweitertes Ostium und in eine recht enge Cauda unterteilt. Die ventrale Erweiterung des Ostiums ist wesentlich stärker als die dorsale, wobei der Ventralrand leicht konvex ist. Hinten ist der Ventralbereich des Ostiums etwas hinter die Position des Collums ausgebogen. Der Dorsalrand des Ostiums ist etwas schräg nach unten zum Vorderrand gerichtet und dabei leicht konkav eingebogen. Insgesamt ist der Hinterrand des Ostiums schräg gegen die Längsachse des Otolithen gestellt. Die relativ flache Cauda läuft zunächst horizontal nach hinten. Dieser Abschnitt liegt deutlich supramedian. Hinten biegt die Cauda scharf, fast rechtwinklig, nach unten ab und führt senkrecht zum Ventralrand des Otolithen. Sie verjüngt sich dabei etwas und endet kurz vor dem Ventralrand. Das caudale Colliculum ist flach und dünn. Es bedeckt den Boden der gesamten Cauda. Das Ostium wird ebenfalls völlig ausgefüllt vom osialen Colliculum. Am Collum markiert ein bogenförmig nach vorn gerichteter Einschnitt die Grenze zwischen Ostium und Cauda, wobei die Cauda hier leicht in den ostialen Bereich hinein reicht.

Eine mäßig randnahe Ventrallinie trennt den Randsaum vom glatten, leicht gewölbten Ventralfeld. Unter dem Ostium ist das Ventralfeld sehr niedrig. Zwischen Ostium und dem abwärts gebogenen

genen Teil der Cauda reicht es weit nach oben und erreicht hier eine nahezu rechteckige Form. Die Area über dem Sulcus ist sehr niedrig und langgestreckt. Sie wird durch eine feine Linie gegen den dorsalen Randbereich begrenzt und zieht hinten mit der Cauda nach unten. Hier ist sie schmaler als der hintere Randbereich.

Vorkommen: St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland.

### *Umbrina* sp. 2

35/2-14

Material: 623 Otolithen (P35).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OL/OH
275(P35)	2,35	1,55	1,52
276(P35)	2,8	1,9	1,47
278(P35)	3,45	2,45	1,41
280(P35)	4,2	3,1	1,35
282(P35)	4,4	3,35	1,31
686(P35)	5,6	4,2	1,33
685(P35)	7,0	5,45	1,28

**Beschreibung:** Gut erhaltene Adulti dieses Taxons fehlen. Die größten Subadulti zeigen jedoch schon alle wesentlichen morphologischen Merkmale. Die Otolithen sind bei länglich-ovalem Umriß ostial gerundet und caudal etwas abgestutzt. Am Dorsalrand sind ein etwas vor der Mitte liegendes, ± deutliches Prädorsaleck und ein fast immer gut entwickeltes, gerundetes Postdorsaleck ausgebildet. Vom Prädorsaleck aus fällt der Dorsalrand schräg nach vorn und hinten ab. Der Hinterrand fällt steil nach unten ab, ist flach konvex gebogen und geht fließend in den stärker und regulär konvexen Ventralrand über, dessen Schwerpunkt etwa median, manchmal auch etwas hinter der Mitte liegt. In der Längsachse sind die Otolithen deutlich gebogen, wobei das starke Dickenwachstum die konkave Anlage der Außenseite kompensiert. Sie ist daher in Längsrichtung eben bis angedeutet konvex gewölbt, die Innenseite stärker konvex. In vertikaler Richtung sind beide Seiten konvex.

Der Sulcus ist leicht schräg zur Otolithenachse gestellt. Das Ostium ist relativ eng und ventral etwas stärker erweitert als dorsal. Sein Ventralrand liegt etwa horizontal, während der Dorsalrand schräg zum Ostialrand abfällt, so daß sich das Ostium nach vorn etwas verengt. Die Cauda ist eng und recht tief, sie biegt hinten scharf, fast rechtwinklig, in ventraler Richtung ab. Der abgebogene Teil ist häufig etwas länger als der horizontale Abschnitt. Er verjüngt sich zum Ende hin deutlich, wodurch die Cauda relativ spitz endet. Der Zwickel des Ventralfeldes zwischen Ostium und abgebogenem Ast der Cauda ist relativ niedrig und sehr breit.

**Ontogenie und Variabilität:** Juvenile Otolithen besitzen eine meist starke Zähnelung der Ränder, die sich mit zunehmendem Wachstum all-

mählich verliert. Frühjuvenile Otolithen sind auch noch wesentlich gestreckter. Das Höhenwachstum der Otolithen nimmt schneller zu als das Längenwachstum, so daß die Otolithen mit fortschreitendem Wachstum deutlich gedrungener und kompakter werden. Mit der Veränderung des OL/OH-Index verschieben sich auch die Proportionen des Sulcus. Das gebogene Hinterende der Cauda ist bei frühontogenetischen Stadien noch sehr kurz und gewinnt erst im Laufe des Wachstums seine typische Länge. Die endgültigen Proportionen stellen sich dann bei den Subadulti ein.

**Diskussion:** Die Otolithen zeichnen sich vor allem durch die große Breite des Zwickels des Ventralfeldes zwischen dem Hinterende des Ostium und dem abgebogenen Teil der Cauda aus. Das unterscheidet sie deutlich von *U. schwimmeri* n. sp. aus der Belgrade Formation, die im Umriß ähnlich ist. Vergleichbare Formen finden sich auch im Oligozän Europas: *U. rhenana* (KOKEN).

Vorkommen: Old Church Formation, Virginia.

### *Umbrina* sp. 3

Abb. 35/15-18

Material: 67 Otolithen (P35).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OL/OH
285(P35)	3,1	2,8	1,11
289(P35)	3,4	3,2	1,06
287(P35)	5,6	5,1	1,1

**Beschreibung:** Die Otolithen aus der Old Church Formation sind fast durchweg mehr oder weniger korrodiert, so daß kein perfekt erhaltener Adultus zur Verfügung steht. Gut erhalten ist der subadulte Otolith Nr. 287 (Abb. 35/15), an dem die folgende Beschreibung orientiert ist.

Der mäßig massive Otolith besitzt einen sehr gedrungeneren, rundlichen Umriß und ist nur wenig länger als hoch. Er ist in horizontaler Richtung leicht gebogen, wobei das Dickenwachstum der Außenseite die konkave Anlage nicht ganz ausgleicht. So ist die Außenseite leicht konkav, die Innenseite deutlich konvex. In vertikaler Richtung sind beide Seiten mäßig konvex. Auf der Außenseite ist eine Skulptur aus flachen, irregulären und Wülsten entwickelt, die weitgehend etwa vertikal orientiert sind.

Am moderat konvexen Dorsalrand befindet sich ein etwas vor der Mitte liegendes, stumpfes Prädorsaleck und ein weit nach hinten gerücktes, scharfes Postdorsaleck. Vom Postdorsaleck fällt der Hinterrand gerade und senkrecht ab. Er geht fließend in den gleichmäßig konvexen Ventralrand über, dessen Schwerpunkt etwa zentral liegt. Der Vorder- rand ist schwach konvex gebogen. An den Rändern (vor allem prädorsal) sind noch Reste einer Skulptur vorhanden, typisch für ein subadultes Wachstumsstadium.

Der Sulcus gliedert sich in ein recht kurzes und

ziemlich stark erweitertes Ostium, sowie eine enge und tiefe Cauda. Vom Collum her verläuft die Cauda zunächst ein kurzes Stück horizontal nach hinten, biegt dann scharf in ventraler Richtung ab und erstreckt sich annähernd senkrecht zum Ventralrand. Das Ostium ist sowohl dorsal als auch ventral gut erweitert, ventral noch deutlicher als dorsal und etwas nach hinten ausgebuchtet. Dadurch erscheint es etwas schräg zur Otolithenachse gestellt. Der Dorsalrand des Ostiums fällt etwas schräg nach vorn ab und ist leicht konkav eingebogen. Der Ventralrand verläuft annähernd horizontal und gerade. Am Collum grenzt eine bogenförmig nach vorn gerichtete Furche das dicke ostiale vom flachen caudalen Colliculum ab.

Dorsal begleitet eine sehr niedrige, flache Area den Sulcus und biegt hinten mit der Cauda in ventraler Richtung ab. Eine feine Linie begrenzt sie gegen den dorsalen und caudalen Randbereich. Das gewölbte und glatte Ventralfeld greift mit einem relativ schmalen Finger zwischen das Ostium und den abwärts gerichteten Teil der Cauda. Es wird ventral durch eine recht randnahe Ventrallinie vom schmalen Randsaum getrennt.

**Ontogenie und Variabilität:** Juvenile Otolithen besitzen schon ganz ähnliche Proportionen wie die Subadulti und Adulti, auch in der Sulcuspomorphologie. Stark allometrische Wachstumstendenzen während der Ontogenese sind damit nicht zu beobachten. Wie üblich, ist bei den juvenilen Otolithen die Skulptur stärker ausgebildet, sowohl die Kerbung der Ränder als auch ein Muster unterschiedlich starker Knoten auf der Außenseite. Die Skulptur glättet mit zunehmendem Wachstum aus. Die Subadulti zeigen alle für eine sichere Bestimmung notwendigen morphologischen Details und reichen zur Art-Diagnose aus.

**Diskussion:** Die sehr gedrungene Form sowie die enge, tiefe und stark gebogene Cauda sind Merkmale, die sehr stark an einige eozäne und tiefer oligozäne Otolithen erinnern, die von Koken (1888) beschrieben wurden. Sie sind weiter unten angeführt ("*genus aff. Umbrina*" sp. 1-3). Diese Gruppe ist im jüngeren Paläogen der USA recht verbreitet.

**Vorkommen:** Old Church Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**"genus aff. *Umbrina*" *bohaskai* n. sp.**

Abb. 35/22-26

**Holotypus:** Otolith Nr. 261(P49), Abb. 35/22.

**Paratypen:** Sämtliche in Abb. 35 neben dem Holotypus abgebildeten Exemplare.

**Locus typicus:** North Carolina, Onslow County, Mergelgrube Silverdale am White Oak River (loc. 31).

**Stratum typicum:** Untermiozän (Aquitanium), Belgrade Formation, Haywood Landing Member.

**Derivatio nominis:** nach Mr. Dave Bohaska, Calvert Marine Museum, Solomons (Maryland).

**Diagnose:** Otolithen groß, massiv, sehr gedrunge und hoch. In Längsachse Anlage einer leichten Biegung, Innenseite in horizontaler Richtung konvex, Außenseite eben. In vertikaler Richtung Innenseite deutlich stärker

konvex als Außenseite. Dorsalrand mit gut akzentuiertem Postdorsaleck und stumpfem, vor der Mitte liegendem Prädorsaleck. Sulcus mit kurzem, sehr weitem Ostium, Hinterrand schräg zur Otolithenachse gestellt. Cauda relativ eng und stark gebogen.

**Material:** 19 Otolithen P49.

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo/Lc	Lo/Lc
262(P49)	6,45	5,0	1,91	1,29	3,38	1,31	Paratypus
261(P49)	7,91	6,91	2,09	1,14	3,78	1,31	Holotypus

**Beschreibung:** Die Beschreibung richtet sich nach der linken Sagitta Nr. 261 (Holotypus, Abb. 35/22) orientiert. Der Otolith ist sehr gedrunge und hoch, dabei mäßig dick. In Ventralansicht ist die Anlage einer schwachen Biegung horizontaler Richtung zu erkennen. Auch die Außenseite erscheint durch eine mediane Eindellung leicht konkav. Die Innenseite ist deutlich dicker als die Außenseite und kräftig konvex gewölbt. In vertikaler Richtung sind beide Seiten konvex, die Innenseite stärker als die Außenseite. Flache, irreguläre Furchen und Wülste überqueren die Außenseite vor allem in vertikaler Richtung. An den Rändern sind sie teilweise radial ausgerichtet.

Am Dorsalrand sind das Prä- und das Postdorsaleck gut entwickelt. Das Postdorsaleck ist niedrig und stumpf, das Postdorsaleck hingegen ist deutlich ausgezogen. Zwischen Prä- und Postdorsaleck verläuft der Dorsalrand horizontal und dabei flach wellig. Vom Prädorsaleck fällt der Dorsalrand schräg nach vorn ab und geht an einer stumpfen Ecke in den schwach konvexen Vorderrand über. Der Hinterrand führt steil nach unten, dabei etwas schief nach vorn gerichtet, und geht fließend in den stark konvexen Ventralrand über. Bis auf die Wellung des hinteren Dorsalrandes sind alle Ränder glatt.

Der Sulcus nimmt große Teile der Innenseite ein. Das Ostium ist gegenüber der Cauda vor allem ventral stark erweitert. Ventral ist das Ostium auch deutlich hinter die Position des Collums ausgebogen, mit stark konvexem Hinterrand. Der Ventralrand steigt im mäßig konvexen Bogen zum Vorderrand an. Der Dorsalrand fällt schräg und leicht konkav eingebogen nach vorn ab. Insgesamt ergibt sich daraus eine deutliche Verengung des Ostiums in Richtung Vorderrand. Der gesamte Hinterrand des Ostiums ist schräg zur Längsachse des Otolithen gestellt. Die Cauda ist relativ schlank und nicht sehr tief. Sie verläuft vom Collum aus zunächst etwa horizontal nach hinten und erweitert sich hier noch etwas. Dann biegt sie senkrecht und rechtwinklig nach unten ab. Sie endet bei deutlicher Verjüngung kurz vor dem hinteren Ventralrand. Das dünne caudale Colliculum bedeckt den Boden der Cauda. Es reicht nicht ganz bis an die Dorsalwand der Cauda. Das dickere ostiale Colliculum füllt das Ostium völlig aus. Die Grenze zwischen Ostium und Cauda bildet ein bogenförmig nach vorn gerichteter Einschnitt am Collum.

Eine Ventrallinie ist nicht deutlich zu erkennen. Das gewölbte und glatte Ventralfeld greift mit einem

relativ schmalen Zwickel nach oben zwischen den Hinterrand des Ostiums und den abwärts gerichteten Abschnitt der Cauda. Über dem Sulcus erstreckt sich eine schmale Area (extrem schmal über dem Ostium). Eine feine Linie begrenzt sie gegen den dorsalen Randbereich. Die Area biegt hinten mit der Cauda nach unten ab.

**Ontogenie und Variabilität:** Eine komplette ontogenetische Serie steht nicht zur Verfügung. Größere Otolithen sind im Verhältnis zur Länge noch etwas dünner. Sonst ergeben sich wenige Differenzen. Vor allem die Sulcus-Proportionen werden sehr konstant eingehalten.

**Diskussion:** Die Otolithen stehen in ihren Merkmalen etwas zwischen denen von *Pogonias* und *Umbrina*. Für *Pogonias* typisch ist die starke Betonung des Postdorsalecks, während sich die Form der Cauda mehr an *Umbrina* anlehnt. Nach Otolithenmorphologie ist *Pogonias* eng mit *Umbrina* verwandt und wird auch von Sasaki (1989) zum gleichen Tribus gestellt. Die fossilen Otolithen mögen eine Zwischenform in dieser Entwicklung repräsentieren, was ihre generische Bestimmung erschwert.

**Vorkommen:** Belgrade Formation (Haywood Landing Member), North Carolina.

**"genus aff. *Umbrina*" *ventriosus* n. sp.**

Abb. 35/19-21

**Holotypus:** Rechte Sagitta Nr. 259(P49), Abb. 35/20.

**Paratypen:** Otolithen Nr. 683(P15) und 713(P52), Abb. 35/19, 21.

**Locus typicus:** North Carolina, Onslow County, Mergelgrube Silverdale am White Oak River (loc. 31).

**Stratum typicum:** Untermiozän (Aquitanium), Belgrade Formation, Haywood Landing Member:

**Derivatio nominis:** lat. "ventriosus" = bauchig, nach dem stark konvexen Ventralrand der Otolithen.

**Diagnose:** Otolithen groß, mäßig dick, sehr gedrungen und hoch. Innenseite in horizontaler und vertikaler Richtung stärker konvex, Außenseite horizontal leicht konkav, vertikal flach konvex. Ventralrand stark gebogen, Schwerpunkt vor der Mitte. Adulte Otolithen verjüngen sich caudal deutlich. Sulcus mit sehr kurzem und weitem Ostium, dessen Hinterrand etwas schräg zur Otolithenachse gestellt. Cauda mäßig weit, scharf hakenförmig gebogen. Zwickel des Ventralfeldes extrem schmal.

**Material:** 5 Otolithen P49(3), P52(2).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo/Lc	
259(P49)	7,8	6,95	1,9	1,12	4,11	1,35	Holotypus

**Beschreibung:** Der einzige vorliegende adulte Otolith ähnelt den zuvor beschriebenen, ist aber noch gedrungen und höher durch den stärker gebogenen Ventralrand. In Ventralansicht zeigt sich die Anlage einer leichten Biegung in der Längsachse, verbunden mit einer ebenfalls schwach konkaven Außen- und einer wesentlich dickeren, stärker konvex gewölbten Innenseite. Die Außenseite trägt eine schwache Skulptur aus breiten, flachen Wülsten und Furchen, die weitgehend vertikal ausgerichtet sind.

Der Dorsalrand verläuft schwach konvex und weitspannig gewellt, wobei das etwas vor der Mitte liegende, wenig scharf ausgeprägte Prädorsaleck den höchsten Punkt bildet. Das Postdorsaleck liegt am Hinterende des Dorsalrandes und bildet mit einer stumpfen Ecke den Übergang zum schwach konvexen, kurzen und steil abfallenden Hinterrand. Der Vorderrand ist leicht beschädigt, länger als der Hinterrand und fällt zum größten Teil mit dem Vorderrand des Ostiums zusammen. Zwischen Vorder- und Hinterrand spannt der glatte Ventralrand einen stark konvexen Bogen, mit deutlich nach vorn verlagertem Schwerpunkt.

Die Innenseite trägt einen sehr umfangreichen Sulcus, dessen stark erweitertes Ostium etwas länger ist als die Cauda. Ventral ist das Ostium stark erweitert und nach hinten hinter die Position des Collums ausgebogen. Diese posteroventrale Partie besitzt einen stark konvex gebogenen Rand, der nach vorn in einen schräg nach oben gerichteten, geraden Abschnitt übergeht. Der Dorsalrand des Sulcus ist unter schwach sigmoidaler Biegung schräg nach vorn-unten gerichtet. Vom Collum aus steigt die mäßig weite und tiefe Cauda zunächst schräg nach hinten an, biegt aber schon nach einem kurzen Abschnitt scharf nach unten ab und verjüngt sich zum Ende hin. Die Biegung ist so stark, daß das zugespitzte Ende der Cauda wieder deutlich hakenartig nach vorn gerichtet ist. Ein dünnes Colliculum bedeckt den Boden der Cauda, durch eine feine Linie von der Dorsalwand begrenzt. Am Collum bildet ein konvex nach vorn gerichteter Einschnitt die Grenze zum ostialen Colliculum. Dieses ist dicker als das caudale und füllt das Ostium völlig aus.

Die Ventrallinie ist nur schwach ausgeprägt und nicht eindeutig zu verfolgen. Zwischen Hinterrand des Ostiums und dem abwärts gekrümmten Hinterende der Cauda greift das glatte, etwas gewölbte Ventralfeld mit einem sehr schmalen Fortsatz weit nach oben. Über dem Sulcus erstreckt sich eine niedrige Area. Im mittleren Bereich ist sie ventral etwas eingesenkt, wodurch der Dorsalrand des Sulcus als Crista betont wird. Dorsal begrenzt eine Linie die glatte Area gegen den Randbereich. Die Area biegt hinten als schmaler Streifen zusammen mit der Cauda nach unten ab.

**Diskussion:** Die Otolithen dieser Art sind leicht und sicher zu erkennen. Vergleichbare jüngere Arten konnten nicht ermittelt werden, doch zeigen sich einige Beziehungen zu oligozänem Material von der Golfküstenebene, z.B. *Otolithus* (*Sciaenidarum*) *gemma* KOKEN, 1888 (eine nach NOLF, 1985 invalide Art).

**Vorkommen:** Belgrade Formation (Haywood Landing Member), North Carolina.

**"genus aff. *Umbrina*" sp. 1**

\*1888 *Otolithus* (*Sciaenidarum*) *intermedius* KOKEN: 283, Taf. 19 Fig. 1, 4.

1929 *Otolithus* (*Sciaenidarum*) *intermedius*, - CAMPBELL: 265, Taf. 30 Fig. 2, 3.

?1965 *Corvina intermedia*, - FRIZZELL & DANTE: 707, Taf. 88 Fig. 9, 10, 27, 29, 30.

1985 *Otolithus (Sciaenidarum) intermedius*, - NOLF: 130.

**Diskussion:** Die Art basiert auf erodiertem Typus-Material und ist von NOLF (1985) nach Revision verworfen worden.

**Vorkommen:** Miozän (Claibornean), Alabama (Claiborne).

#### "genus aff. *Umbrina*" sp. 2

\*1888 *Otolithus (Sciaenidarum) radians* KOKEN: 280-281, Taf. 19 Fig. 7-8.

1929 *Otolithus (Sciaenidarum) radians*, - CAMPBELL: 262-263, Taf. 30 Fig. 9, 13.

1985 *Otolithus (Sciaenidarum) radians*, - NOLF: 130.

**Diskussion:** Die Art basiert auf erodiertem und juvenilem Typusmaterial und ist von NOLF nach Revision verworfen worden.

**Vorkommen:** Oligozän (Vicksburgian), Mississippi (Vicksburg).

#### "genus aff. *Umbrina*" sp. 3

\*1888 *Otolithus (Sciaenidarum) gemma* KOKEN: 281-282, Taf. 19 Fig. 9, 13.

1929 *Otolithus (Sciaenidarum) gemma*, - CAMPBELL: 263, Taf. 30 Fig. 9, 13.

?1965 *Corvina gemma*, - FRIZZELL & DANTE: 706-707, Taf. 87 Fig. 1, 2, 6; Taf. 88 Fig. 26, 28.

1985 *Otolithus (Sciaenidarum) gemma*, - NOLF: 130.

**Diskussion:** Die bei KOKEN abgebildeten Otolithen gehören zu zwei verschiedenen Arten. Der in Taf. 19 Fig. 9 dargestellt Otolith ist sehr gedrunken. Taf. 19 Fig. 13 zeigt einen Otolithen von der Außenseite. Der Umriß weicht stark ab und beide abgebildeten Otolithen gehören unmöglich zu einer Art. Da die Art nach der Originalarbeit nicht interpretiert werden kann, ist sie von NOLF zu Recht verworfen worden.

Die drei von KOKEN beschriebenen Taxa repräsentieren sicher gute Arten, müssen aber auf der Basis von besserem Material neu definiert werden. Die Artnamen stehen nicht für den weiteren Gebrauch zur Verfügung. Die von KOKEN als *intermedius* benannten Otolithen belegen aber das mitteleozäne Vorkommen von Otolithen des voll entwickelten *Umbrina*-Typus.

**Vorkommen:** Oligozän (Vicksburgian), Mississippi (Red Bluff, Jackson River).

Genus *Pogonias* LACEPEDE, 1801

Typus-Art: *Pogonias fasciatus* LACEPEDE, 1801

#### ***Pogonias* aff. *cromis* (LINNAEUS, 1758)**

1983 *Pogonias* cf. *cromis*, - FITCH & LAVENBERG: 523.

**Diskussion:** *Pogonias* cf. *cromis* wurde von FITCH & LAVENBERG aus dem Pliozän der Lee Creek Mine angegeben. Die Bestimmung der Autoren ist korrekt. Eigenes Mate-

rial steht nicht zur Verfügung.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

#### ***Pogonias* sp.**

Abb. 35/27

Material: P14 (1 Otolith).

**Beschreibung:** Der nicht ganz vollständige Otolith (am Vorderrand beschädigt) entspricht im Umriß und Proportionen recht gut den Otolithen der rezenten Art *P. cromis* (einzige rezente Art der Gattung *Pogonias*). Auch die starke Betonung des Postdorsalecks ist bei der rezenten Art vorhanden. Differenzen sind im Bau des Sulcus zu verzeichnen. Bei den Otolithen der rezenten Art ist die Cauda enger und verjüngt sich hinten (im abwärts gebogenen Teil) noch deutlich. Ein weiterer Unterschied betrifft die Gestaltung der Außenseite. Sie ist bei den Otolithen von *P. cromis* in horizontaler Richtung sehr flach und eben, zuweilen sogar schwach konkav, während sie bei dem fossilen Otolithen leicht konvex gewölbt ist.

**Diskussion:** Die Unterschiede zwischen den Otolithen von *P. cromis* und dem fossilen Otolithen sind relativ gering, so daß der fossile Otolith zur Gattung *Pogonias* gestellt werden kann. Die Differenzen in der Sulcuspomorphologie und der Gestaltung der Außenseite sind ausreichend für eine artliche Trennung, wenn sie konstant beobachtet werden können. Leider steht nicht genügend Material zur Verfügung, um dieses Kriterium zu erfüllen. In diesem Zusammenhang muß erwähnt werden, daß in der St. Marys Formation (Little Cove Point Member) auch Kiefer, Pharyngealia und die charakteristischen Schlundzähne von *Pogonias* gefunden wurden.

**Vorkommen:** St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland.

#### **"genus aff. *Pogonias*" sp.**

Abb. 35/28

Material: 1 Otolith (P49).

**Diskussion:** Der Otolith ähnelt *Pogonias* sp. und Otolithen der rezenten Art. Das Ostium ist aber weiter und das Hinterende der Cauda biegt kräftiger nach unten ab. Insgesamt vermittelt das Merkmalsmuster etwas zwischen *Umbrina*- und *Pogonias*-Otolithen. Da nur ein Otolith vorliegt, kommt eine Benennung nicht in Frage.

**Vorkommen:** Belgrade Formation (Haywood Landing Member), North Carolina (Silverdale).

Genus *Aplodinotus* RAFINESQUE 1819

Typus-Art: *Aplodinotus grunniens* RAFINESQUE, 1819

***Aplodinotus primigenius* n. sp.**

Abb. 36/1-5

Holotypus: rechte Sagitta Nr. 669(P49), Abb. 36/1.

Paratypen: Nr. 670-672(P49), 711(P51), Abb. 36/2-5).

Locus typicus: North Carolina, Onslow County, Mergelgrube Silverdale am White Oak River (loc. 31).

Stratum typicum: Untermiozän (Aquitanium), Belgrade Formation, Haywood Landing Member.

Derivatio nominis: lat. "primigenius" = ursprünglich, allererst, bisher früheste bekannte Art von *Aplodinotus*.

Diagnose: Otolithen gedrungen, nur wenig länger als hoch und mäßig dick. Dorsalrand horizontal ausgerichtet, mit gut entwickeltem Postdorsaleck, Vorder- und Hinterrand senkrecht abfallend, schwach konvex bis gerade, Ventralrand stark konvex gebogen. Innenseite in horizontaler Richtung konvex, Außenseite eben bis schwach konkav, in vertikaler Richtung beide Seiten schwach konvex. Sulcus mit kurzem, subquadratischem Ostium. Supramediänae Cauda mit etwa 2/3 der Länge horizontal ausgerichtet, hinteres 1/3 scharf nach unten abgebogen.

Material: 152 Otolithen P49(91), P51(13), P52(39).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
671(P49)	4,7	4,2	1,2	1,12	3,92	Paratypus
711(P51)	5,1	4,1	--	1,24	--	Paratypus
670(P49)	5,9	5,6	1,5	1,05	3,93	Paratypus
672(P49)	6,45	4,9	--	1,32	--	Paratypus
669(P49)	7,5	6,4	2,0	1,17	3,75	Holotypus

Beschreibung: Die nachfolgende Beschreibung ist am Holotypus Nr. 669(P49) orientiert. Der Otolith ist sehr gedrungen und nur wenig länger als hoch, dabei mäßig dick. In Ventralansicht erkennt man die Anlage einer leichten Biegung in der Längsachse, wobei das Dickenwachstum die konkave Anlage der Außenseite ausgleicht. Im Endergebnis sind beide Seiten konvex, die Innenseite etwas stärker als die Außenseite. In vertikaler Richtung ist die Innenseite deutlich stärker konvex als die Außenseite. Im ventralen Bereich flacht sich die Außenseite stark ab, daher ist der ventrale Randbereich im Gegensatz zum dicken Ventralrand dünn und scharf. Auf der Außenseite befindet sich als Skulptur ein irreguläres System flacher, breiter Furchen und Wülste, die hauptsächlich vertikal orientiert sind.

**Abb. 35**Abb. 35/1a-c: *Umbrina* sp. 1

Adulte rechte Sagitta Nr. 527(P14), a: Innenseite, b: Außenseite, c: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Abb. 35/2-14: *Umbrina* sp. 2

2: juvenile linke Sagitta Nr. 275(P35), Innenseite; 3: juvenile linke Sagitta Nr. 276(P35), Innenseite; 4: juvenile linke Sagitta Nr. 277(P35), Innenseite; 5: juvenile linke Sagitta Nr. 278(P35), Innenseite; 6: rechte Sagitta Nr. 279(P35), Innenseite; 7: linke Sagitta Nr. 688(P35), Innenseite; 8: linke Sagitta Nr. 280(P35), Innenseite; 9a-b: linke Sagitta Nr. 685(P35), a: Innenseite, b: ventral; 10: linke Sagitta Nr. 283(P35), Innenseite; Innenseite; 11: linke Sagitta Nr. 286(P35), Innenseite; 12: linke Sagitta Nr. 282(P35), Innenseite; 13: rechte Sagitta Nr. 281(P35), Innenseite; 12: linke Sagitta Nr. 281(P35), Innenseite; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Abb. 35/15-18: *Umbrina* sp. 3

15: subadulte rechte Sagitta Nr. 287(P35), Innenseite; 16: juvenile rechte Sagitta Nr. 289(P35), Innenseite; 17: juvenile linke Sagitta Nr. 687(P35), Innenseite; 18: juvenile rechte Sagitta Nr. 285(P35), Innenseite; Old Church Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 35/19-21: "genus aff. *Umbrina*" *ventriosus* n. sp.

19a-b: mittelgroße rechte Sagitta Nr. 683(P52), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 20a-c: adulte rechte Sagitta Nr. 259(P49), Holotypus, a: ostial, b: Innenseite, c: ventral; 21: juvenile rechte Sagitta Nr. 713(P52), Paratypus, Innenseite; Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (Nr. 683 und 713 Haywood Landing, Nr. 259 Silverdale).

Abb. 35/22-26: "genus aff. *Umbrina*" *bohaskai* n. sp.

22a-c: linke Sagitta Nr. 261(P49), Holotypus, Innenseite, b: ostial, c: ventral; 23a-b: linke Sagitta Nr. 682(P52), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 24: linke Sagitta Nr. 714(P52), Paratypus, Innenseite; 25: linke Sagitta Nr. 715(P52), Paratypus, Innenseite; 26a-c: linke Sagitta Nr. 262(P49), Paratypus, Innenseite; N. Carolina (Nr. 261 und 262 Silverdale, Nr. 682, 714 und 715 Haywood Landing); Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Abb. 35/27a-b: *Pogonias* sp.

Rechte Sagitta Nr. 673(P14), a: Innenseite, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Abb. 35/28a-b: "genus aff. *Pogonias*" sp.

Rechte Sagitta Nr. 262(P49), a: Innenseite, b: ventral; N. Carolina (Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

**Fig. 35**Fig. 35/1a-c: *Umbrina* sp. 1

Adult right sagitta No. 527(P14), a: inner face, b: outer face, c: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 35/2-14: *Umbrina* sp. 2

2: juvenile left sagitta No. 275(P35), inner face; 3: juvenile left sagitta No. 276(P35), inner face; 4: juvenile left sagitta No. 277(P35), inner face; 5: juvenile left sagitta No. 278(P35), inner face; 6: right sagitta No. 279(P35), inner face; 7: left sagitta No. 688(P35), inner face; 8: left sagitta No. 280(P35), inner face; 9a-b: left sagitta No. 685(P35), a: inner face, b: ventral; 10: left sagitta No. 283(P35), inner face; inner face; 11: left sagitta No. 286(P35), inner face; 12: left sagitta No. 282(P35), inner face; 13: right sagitta No. 281(P35), inner face; 12: left sagitta No. 281(P35), inner face; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 35/15-18: *Umbrina* sp. 3

15: subadult right sagitta No. 287(P35), inner face; 16: juvenile right sagitta No. 289(P35), inner face; 17: juvenile left sagitta No. 687(P35), inner face; 18: juvenile right sagitta No. 285(P35), inner face; Old Church Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 35/19-21: "genus aff. *Umbrina*" *ventriosus* n. sp.

19a-b: medium-sized right sagitta No. 683(P52), paratype, a: inner face, b: ventral; 20a-c: adult right sagitta No. 259(P49), holotype, a: ostial, b: inner face, c: ventral; 21: juvenile right sagitta No. 713(P52), paratype, inner face; Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (No. 683 und 713 Haywood Landing, No. 259 Silverdale).

Fig. 35/22-26: "genus aff. *Umbrina*" *bohaskai* n. sp.

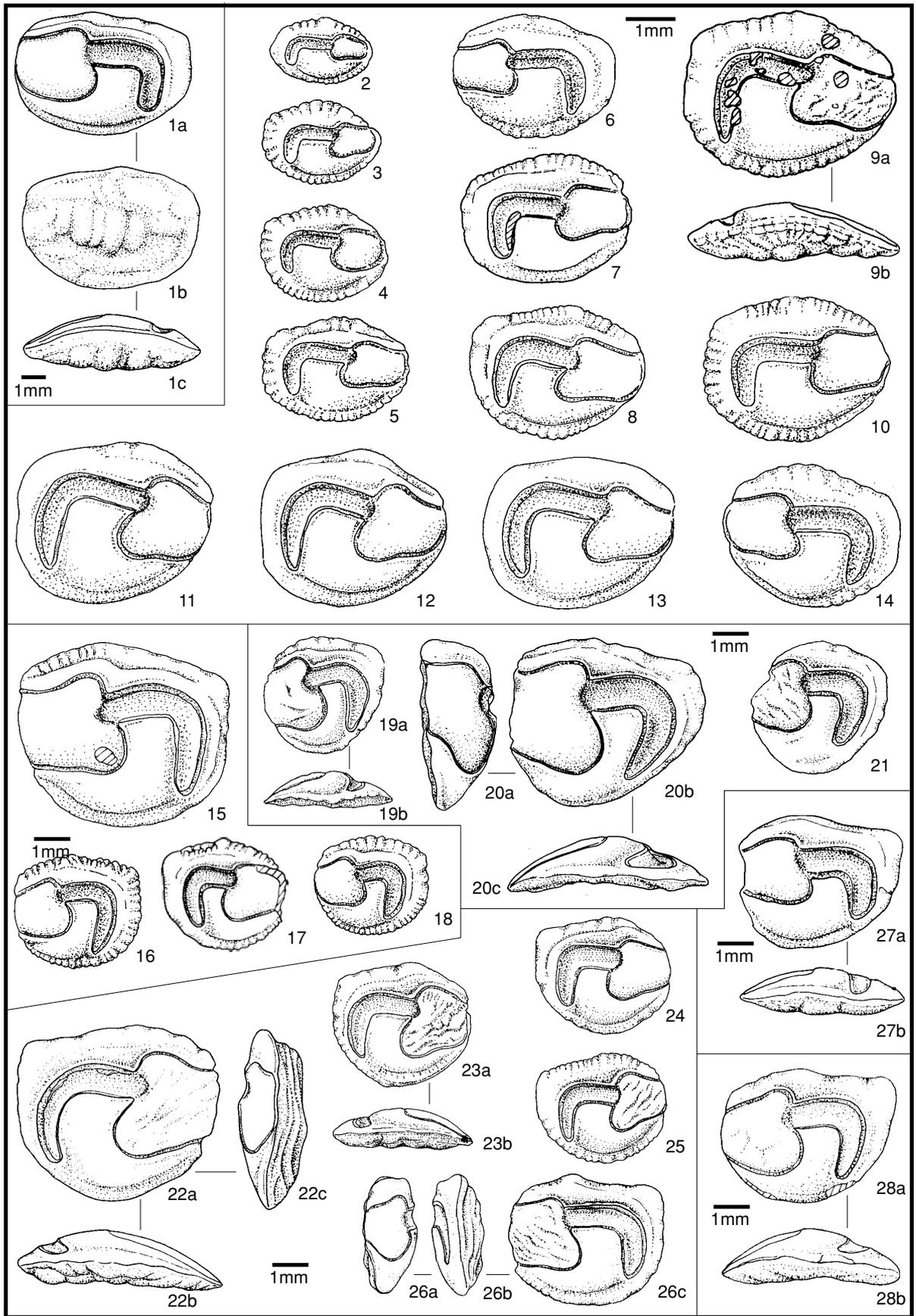
22a-c: left sagitta No. 261(P49), holotype, inner face, b: ostial, c: ventral; 23a-b: left sagitta No. 682(P52), paratype, a: inner face, b: ventral; 24: left sagitta No. 714(P52), paratype, inner face; 25: left sagitta No. 715(P52), paratype, inner face; 26a-c: left sagitta No. 262(P49), paratype, inner face; N. Carolina (No. 261 und 262 Silverdale, No. 682, 714 und 715 Haywood Landing); Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Fig. 35/27a-b: *Pogonias* sp.

Right sagitta No. 673(P14), a: inner face, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 35/28a-b: "genus aff. *Pogonias*" sp.

Right sagitta No. 262(P49), a: inner face, b: ventral; N. Carolina (Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).



Der Dorsalrand besitzt ein stumpfes Prädorsal- und ein gerundetes Postdorsaleck. Dazwischen verläuft er etwa horizontal und ist grob und irregulär gezackt. Vom Prädorsaleck fällt der Dorsalrand schräg nach vorn ab und geht am Ostium mit einer kleinen Stufe in den flach konvexen Vorderrand über. Der Hinterrand ist fast senkrecht ausgerichtet und leicht konkav eingebogen. Ein Caudalende ist nicht ausgebildet, der Hinterrand geht mit breiter Rundung in den stark konvexen Ventralrand über. Der Schwerpunkt des Ventralrandes liegt deutlich hinter der Mitte, wodurch ein etwas asymmetrischer Eindruck entsteht. Der Ventralrand ist flach und weit gewellt.

Der Sulcus liegt deutlich supramedian und ist in ein kurzes, rundliches Ostium und eine weite, recht tiefe Cauda unterteilt. Das Ostium erweitert sich am Collum ventral stärker als dorsal, ist aber ventral nicht nach hinten ausgebuchtet. Die Cauda ist am Collum am engsten. Von hier aus erweitert sie sich nach hinten durch den schrägen Anstieg des Dorsalrandes, während der Ventralrand gerade und horizontal ausgerichtet ist. Das Hinterende der Cauda biegt kurz vor dem Hinterrand des Otolithen scharf nach unten ab und endet nach einem kurzem Stück dicht am hinteren Ventralrand. Ein dünnes, flaches Colliculum bedeckt den Boden der Cauda und wird von einer dünnen, scharfen Furche von der Dorsalwand der Cauda getrennt. Die ventrale Begrenzung fällt etwa mit dem Ventralrand der Cauda zusammen. Am Collum bildet eine konvex nach vorn gerichtete Vertiefung die Grenze zwischen caudalem und ostialem Colliculum. Das ostiale Colliculum ist dick und füllt das Ostium völlig aus. Auf seiner gewölbten Oberfläche sind einige schwache, vertikale Furchen zu erkennen.

Über dem Sulcus erstreckt sich eine niedrige, lange Area, welche durch eine feine Linie vom dorsalen Randbereich getrennt ist. Die Area biegt hinten mit dem Sulcus nach unten ab. Unter dem Sulcus liegt das umfangreiche, leicht gewölbte und glatte Ventralfeld. Es wird von einer recht scharfe, mäßig randnahen Ventrallinie vom ventralen Randsaum abgesetzt. Die Kerben des Ventralrandes setzen sich als flache Furchen auf den Randsaum fort, greifen aber nicht auf das Ventralfeld über.

**Ontogenie und Variabilität:** Juvenile Otolithen besitzen einen gleichmäßiger rundlichen Umriß und sehr regulär gezähnelte Ränder. Der Sulcus zeigt generell schon recht gut den Bau der Adulti, nur die Cauda ist hinten noch nicht so stark abwärts gebogen. Mit zunehmendem Wachstum wird die Jugendskulptur der Ränder verändert. Am Dorsalrand entwickelt sich eine grobe, irreguläre Zackung, während an den anderen Rändern die Skulptur weiter und flacher wird. Sie kann hier auch ganz erlöschen, vor allem am Ventralrand. In geringem Umfang variiert die Biegung des Ventralrandes. Hier kann der Schwerpunkt etwas vor bis etwas hinter der Mitte liegen. Abgesehen von den ontogenetischen Veränderungen ist die Variabilität der Otolithen insgesamt aber sehr gering und die

Art bildet eine morphologisch gut abgrenzbaren Einheit.

**Diskussion:** Otolithen der rezenten Art *Aplodinotus grunniens* sind im Umriß etwas gestreckter und dicker. Das Verhältnis von horizontalem und abwärts gebogenem Teil der Cauda liegt bei 1:1. Das Ostium ist ventral deutlicher erweitert und unter dem Collum nach hinten ausgebogen. Der Ventralrand des Ostiums steigt nach vorn schräg an. Eine valide fossile Art ist bisher nicht beschrieben worden.

*Aplodinotus* ist rezent eine hochtropische Gattung und kann als Indikator für sehr warmes Klima gelten. *A. grunniens* ist eine der wenigen Süßwasser-Arten der Familie Sciaenidae. Die Adaption an Süßwasser-Lebensräume scheint erst im jüngeren Neogen stattgefunden zu haben, denn im Miozän ist *Aplodinotus* mit euhalin marinen Faunenelementen vergesellschaftet. Da sehr viele Sciaeniden brachyhaline Lebensräume besiedeln und hier teilweise dominieren, ist der nächste Schritt zum Leben im Süßwasser offensichtlich naheliegend, denn auch aus anderen Gebieten (z.B. China) sind Süßwasser-Arten bekannt. Im übrigen hat die hohe Toleranz gegenüber Salinitätsschwankungen zur schnellen geographischen Ausbreitung vieler Sciaenidae beigetragen, z.B. im Neogen Europas über die ± brachyhalinen Meeresstraßen.

**Vorkommen:** Belgrade Formation (Haywood Landing Member), North Carolina.

Genus *Sciaenops* GILL, 1863

Typus-Art: *Perca ocellata* LINNAEUS, 1758

***Sciaenops aff. ocellata* (LINNAEUS, 1758)**

1983 *Sciaenops* cf. *ocellata*, - FITCH & LAVENBERG: 523.

**Diskussion:** Einige Otolithen von Lee Creek Mine, North Carolina, wurden von FITCH & LAVENBERG, 1983 mit Vorbehalt zur rezenten Art *S. ocellata* gestellt. Die Bestimmung ist sicher korrekt. Eigenes Material steht nicht zur Verfügung.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

**"genus aff. *Sciaenops*" *eastmani* (DANTE, 1953)**

Abb. 36/15

\*1953 *Sciaenops eastmani* DANTE: 878, Fig. 4-6.

**Material:** 1 Otolith (P70).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo/Lc
515(P70)	10,91	5,55	4,09	1,97	2,67	1,48

**Beschreibung:** Bisher liegt nur ein gut erhaltener, adulter Otolith vor. Dieser Otolith besitzt einen langgestreckt rechteckigen Umriß und zeigt die Anlage einer kräftigen Biegung in der Längs-

achse, wobei die Innenseite gleichmäßig konvex gebogen ist. Die Verhältnisse auf der konkav angelegten Außenseite sind etwas komplizierter. Hier springt eine Gruppe kräftiger Knoten weit nach außen vor. Diese Verdickung zieht sich vom Hinterrand bis über 2/3 der Otolithenlänge nach vorn und bricht hier abrupt mit einem senkrechten Absatz ab. Der vordere Bereich der Außenseite, vor diesem Absatz, ist sehr flach und eben. Der gesamte Otolith verjüngt sich nach vorn, so daß der Vorderrand sehr dünn und scharf ausgebildet ist. Unter der Knotenreihe erstreckt sich ebenfalls eine abgeflachte Zone der Außenseite. Deshalb erscheint der Ventralrand dünner und schärfer als der breiter gerundete Dorsalrand.

Der Dorsalrand verläuft schwach konvex und endet an einem weit nach hinten verschobenen Postdorsaleck. Von hier aus fällt der Hinterrand senkrecht ab, unter leicht konvexer Krümmung. Den Übergang zum Ventralrand bildet eine weitere Ecke, von der aus sich der Ventralrand schwach konvex nach vorn zieht. Der Vorderrand ist ebenfalls leicht konvex und etwa senkrecht ausgerichtet. Insgesamt ergibt sich daraus der abgerundet rechteckige Umriß des Otolithen. Der Dorsalrand ist flach gewellt, die übrigen Ränder sind glatt.

Die Innenseite wird zum großen Teil von dem umfangreichen Sulcus eingenommen. Das Ostium ist deutlich länger als der Sulcus und sehr stark erweitert. Der Dorsalrand des Ostiums fällt schräg nach vorn ab und ist dabei kaum gebogen. Der Ventralrand läuft annähernd horizontal nach vorn und ist median etwas eckig nach innen eingebogen. Der Hinterrand des Ostiums ist unter dem Collum stark nach hinten erweitert und führt im halbkreisförmigen Bogen nach unten zum Ventralrand. Verbindet man den dorsalen und den ventralen Bereich des Hinterrandes durch eine Linie, ergibt sich eine deutliche Schrägstellung des gesamten Hinterrandes gegenüber der Cauda. Die Cauda selbst ist relativ eng und tief. Sie verengt sich nach vorn noch deutlich und erreicht am Collum ihre geringste Breite. Dies ergibt sich vor allem aus der Schwingung des Dorsalrandes. Hinten biegt die Cauda senkrecht um und endet am hinteren Ventralrand des Otolithen. Im Detail verläuft der Ventralrand der Cauda vom Collum aus zunächst horizontal nach hinten und biegt dann rechtwinklig nach unten ab. Der Dorsalrand der Cauda dagegen ist zunächst schräg nach hinten-oben gerichtet, bevor er ebenfalls, im breiten Bogen, nach unten abbiegt. Im Bereich der Biegung ist die Cauda am weitesten, in Richtung Ventralrand verengt sie sich wieder. Ein umfangreiches und recht dickes Colliculum füllt das Ostium völlig aus. Dessen Oberfläche wird von einigen undeutlichen, schräggestellten Furchen überquert. Das caudale Colliculum ist wesentlich dünner, so daß die Cauda deutlich tiefer erscheint. Am Collum ist das caudale Colliculum weit nach vorn ausgebogen und reicht hier etwas in das Ostium hinein. Die Grenze zwischen ostialem und caudalem Colliculum bildet eine stark bogenförmig

nach vorn gerichtete Furche.

Die Ventralfläche wird von einer extrem randnahen Ventrallinie gegen ventralen Randsaum begrenzt. Im vorderen Teil fällt sie mit dem Ventralrand zusammen und steigt nach hinten leicht an. Unter dem Ostium ist die Ventralfläche sehr niedrig und steigt hinter dem Ostium zur Cauda an. Hier bildet sie eine annähernd rechteckige, schwach gewölbte und glatte Fläche zwischen Ostium und Cauda. Über dem Sulcus erstreckt sich eine niedrige, ventral teilweise etwas eingesenkte Area. Sie wird durch eine feine Linie vom dorsalen Randbereich getrennt und zieht hinter der Cauda mit nach unten zum Ventralrand. Hier ist der Randsaum etwas breiter als im Dorsalbereich.

**Diskussion:** Der Otolith entspricht in Proportionen, Sulcusemorphologie und Skulptur der Außenseite völlig dem publizierten Typusmaterial. Die fossile Art ähnelt adulten Otolithen der rezenten Art *Sciaenops ocellatus*, deren Otolithen jedoch etwas gedrungener und höher sind, mit etwas deutlicher schräg zur Otolithenachse orientiertem Sulcus. Für Otolithen dieser Gruppe wird von SCHWARZHANS die fossile Gattung *Trewasciaena* aufgestellt (noch unpubliziert). Dazu gerechnete Arten werden aus dem Oligo-Miozän von Europa benannt, doch ist der Umfang und die Definition der fossilen Gattung noch nicht verfügbar. Von den nachfolgend beschriebenen beiden Arten unterscheiden sich die eastmani-Otolithen durch ihre größere Streckung und außerordentliche Dicke. Sie erreichen insgesamt auch eheblich bedeutendere Dimensionen.

**Vorkommen:** St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland.

**"genus aff. *Sciaenops*" *paraeastmani* n. sp.**

Abb. 36/16-24, Abb. 37/1-10

**Holotypus:** Linke Sagitta Nr. 497(P14), Abb. 37/10.

**Paratypen:** Otolithen Nr. 523(P15), 628(P15), 627(P15), 493(P1), 495(P1), 496(P14), 499(P14), 507(P14).

**Locus typicus:** Maryland, Calvert County, Driftwood Beach bei Little Cove Point (loc. 9).

**Stratum typicum:** St. Marys Formation (Little Cove Point Member, Turritella-Schill).

**Derivatio nominis:** Von lat. "para" = neben, eine neben der Art *eastmani* DANTE, 1953 im Mittelmiozän von Maryland vorkommende Art.

**Diagnose:** Holotypus gestreckt (OL/OH-Index bei 1,87) relativ dünn und in der Längsachse gebogen. Dorsal- und Ventralrand nur flach konvex, maximale Höhe des Dorsalrandes vor der Mitte. Innenseite in horizontaler Richtung konvex, in vertikaler nahezu plan. Außenseite in vertikaler Richtung konvex, in horizontaler Richtung zunächst sehr dünn und konkav, mit weit hinter die Mitte verschobener Aufwölbung (hier maximale Dicke des Otolithen). Sulcus mit weiter Cauda, deren kürzeres Hinterende nahezu rechtwinklig abwärts biegt. Ostium länger als hoch, Lo/Lc-Index bei 1,15. Außenseite bis auf einige flache, irreguläre Unebenheiten glatt.

**Material:** 820 Otolithen: P6(2), P7(3), P15(38), P2(6), P5(28), P11(19), P72(12), P12(83), P13(2), P14(613), P70(11), P71(3).

## Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo/Lc	
523(P15)	4,8	3,3	1,3	1,45	3,69	0,86	Paratypus
628(P15)	6,1	3,6	1,4	1,69	4,36	0,88	Paratypus
627(P15)	7,6	5,5	1,9	1,38	4,0	0,93	Paratypus
493(P1)	6,7	4,0	1,5	1,7	4,47	1,0	Paratypus
495(P1)	7,6	4,3	2,1	1,77	3,62	1,05	Paratypus
496(P14)	6,1	3,5	1,4	1,74	4,36	1,03	Paratypus
499(P14)	6,5	3,6	1,5	1,81	4,53	1,0	Paratypus
497(P14)	8,8	4,7	2,1	1,87	4,19	1,15	Holotypus
507(P10)	9,3	5,6	2,4	1,66	3,88	0,90	Paratypus

**Beschreibung:** Die mittelgroßen Otolithen zeigen eine annähernd gerundete, verlängert rechteckige Form. Der Dorsalrand und der Ventralrand sind nur schwach konvex gebogen, wobei der höchste Punkt des Dorsalrandes weit nach vorn gerückt ist. Zusammen mit der schrägen Junktion von Ostium und Cauda ergibt dies den etwas schief-asymmetrischen Charakter der Otolithen. Der Vorderrand stärker konvex, der Hinterrand kann schräg abgestutzt bis mäßig konvex verlaufen. In horizontaler Richtung ist eine leichte Biegung angelegt, die vom Dickenwachstum der Außenseite aus-

geglichen wird. In der Regel ist die Außenseite in horizontaler Richtung flachkonvex, die Innenseite stärker konvex. In vertikaler Richtung ist die Außenseite stärker konvex als die Innenseite. Auf der Außenseite lassen sich mehr oder weniger deutliche, flache Erhebungen verfolgen, teilweise vertikal ausgerichtet.

Der Sulcus zerfällt in ein  $\pm$  weites und langes Ostium und eine weite, immer etwas längere Cauda. Das Collum ist bei den Adulti immer schräg gestellt, wobei der Grad etwas schwankt. Die Cauda biegt hinten etwa rechtwinklig nach unten ab und endet dicht am Ventralrand. Teilweise ist sie hier noch etwas erweitert. Vor dem Hinterende der Cauda liegt häufig eine flache Depression, die zu einer leichten Einbuchtung des Ventralrandes führt.

**Ontogenie und Variabilität:** Frühjuvenile Otolithen zeigen das von *Umbrina* her bekannte Muster: ovaler Umriß, starke Skulptur und noch wenig typisch differenzierter Sulcus. Die Verhältnisse ändern sich bei weiterem Wachstum sehr schnell und schon mittelgroße Otolithen nehmen die Form der Adulti an, auch wenn noch eine  $\pm$  deutliche Skulptur vorhanden ist. Die Skulptur verschwindet dann bei Subadulti in der Regel völlig.

## Abb. 36

Abb. 36/1-5: *Aplodinotus primigenius* n. sp.

1a-b: adulte rechte Sagitta Nr. 669(P49), Holotypus, a: Innenseite, b: ventral; 2a-d: subadulte rechte Sagitta Nr. 670(P49), Paratypus, a: ostial, b: Innenseite, c: caudal, d: ventral; 3: mittelgroße linke Sagitta Nr. 671(P49), Paratypus, Innenseite; 4: mittelgroße linke Sagitta Nr. 672(P49), Paratypus, Innenseite; 5: mittelgroße rechte Sagitta Nr. 711(P49), Paratypus, Innenseite; Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (Silverdale).

Abb. 36/6-7: "genus aff. *Sciaenops*" sp. 1

6a-e: adulte linke Sagitta Nr. 616(P15), a: Innenseite, b: ostial, c: caudal, d: ventral, e: Außenseite; 7a-b: linke subadulte Sagitta Nr. 617(P15), a: Innenseite, b: ventral; Calvert Formation (Plum Point Marl Member, Bed 10), Maryland (Aguasco).

Abb. 36/8-11: "genus aff. *Sciaenops*" *onslowensis* n. sp.

8a-b: linke subadulte Sagitta Nr. 678(P49), Holotypus, a: Innenseite, b: ventral; 9a-b: adulte rechte Sagittae Nr. 251(P49), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 10: linke juvenile Sagitta Nr. 252(P49), Paratypus, Innenseite; 11a-b: mittelgroße rechte Sagitta Nr. 247(P57), Innenseite, b: ventral; Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (Silverdale und Haywood Landing).

Abb. 36/12-13: *Sciaenops ocellata* (LINNAEUS, 1758)

Sagittae kleinerer Individuen, Innenseite, rezent (Florida); coll. A. Müller.

Abb. 36/14a-b: "genus aff. *Sciaenops*" sp. 2

Adulte rechte Sagitta Nr. 521(P15), a: Innenseite, b: ventral; Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland (Aguasco).

Abb. 36/15a-d: "genus aff. *Sciaenops*" *eastmani* DANTE, 1953

Sehr große rechte Sagitta Nr. 515(P70), a: Innenseite, b: dorsal, c: ventral, d: Außenseite; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Abb. 36/16-24: "genus aff. *Sciaenops*" *paraeastmani* n. sp.

16a-b: mittelgroße rechte Sagitta Nr. 523(P15), a: Innenseite, b: ventral; 17a-b: subadulte linke Sagitta Nr. 628(P15), a: Innenseite, b: ventral; 18-20: juvenile Sagittae Nr. 524(P15), 526(P15) und 525(P15), Innenseite; Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland (Aguasco). 22a-b: juvenile linke Sagitta Nr. 490(P72), a: Innenseite, b: ventral; 23a-b: subadulte linke Sagitta Nr. 1032(P72), a: Innenseite, b: ventral; 24a-b: adulte linke Sagitta Nr. 493(P1), a: Innenseite, b: ventral; Choptank Formation (Boston Cliffs Member); Maryland (Calvert Cliffs).

## Fig. 36

Fig. 36/1-5: *Aplodinotus primigenius* n. sp.

1a-b: adult right sagitta No. 669(P49), holotype, a: inner face, b: ventral; 2a-d: subadult right sagitta No. 670(P49), paratype, a: ostial, b: inner face, c: caudal, d: ventral; 3: medium-sized left sagitta No. 671(P49), paratype, inner face; 4: medium-sized left sagitta No. 672(P49), paratype, inner face; 5: medium-sized right sagitta No. 711(P49), paratype, inner face; Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (Silverdale).

Fig. 36/6-7: "genus aff. *Sciaenops*" sp. 1

6a-e: adult left sagitta No. 616(P15), a: inner face, b: ostial, c: caudal, d: ventral, e: outer face; 7a-b: left subadult sagitta No. 617(P15), a: inner face, b: ventral; Calvert Formation (Plum Point Marl Member, Bed 10), Maryland (Aguasco).

Fig. 36/8-11: "genus aff. *Sciaenops*" *onslowensis* n. sp.

8a-b: left subadult sagitta No. 678(P49), holotype, a: inner face, b: ventral; 9a-b: adult right sagittae No. 251(P49), paratype, a: inner face, b: ventral; 10: left juvenile sagitta No. 252(P49), paratype, inner face; 11a-b: medium-sized right sagitta No. 247(P57), inner face, b: ventral; Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (Silverdale und Haywood Landing).

Fig. 36/12-13: *Sciaenops ocellata* (LINNAEUS, 1758)

Sagittae of smaller individuals, inner face, recent (Florida); coll. A. Müller.

Fig. 36/14a-b: "genus aff. *Sciaenops*" sp. 2

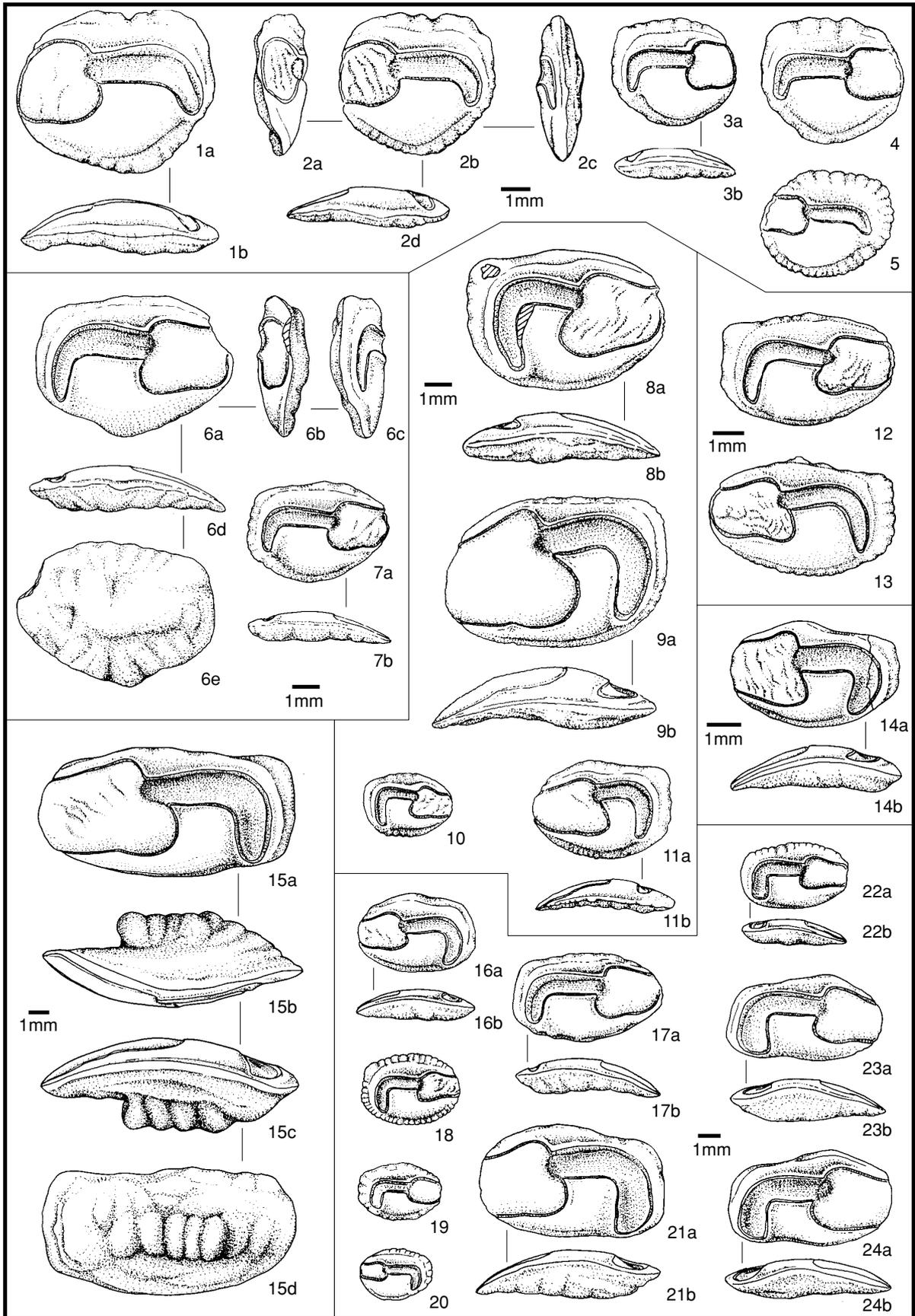
Adult right sagitta No. 521(P15), a: inner face, b: ventral; Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland (Aguasco).

Fig. 36/15a-d: "genus aff. *Sciaenops*" *eastmani* DANTE, 1953

Very large right sagitta No. 515(P70), a: inner face, b: dorsal, c: ventral, d: outer face; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 36/16-24: "genus aff. *Sciaenops*" *paraeastmani* n. sp.

16a-b: medium-sized right sagitta No. 523(P15), a: inner face, b: ventral; 17a-b: subadult left sagitta No. 628(P15), a: inner face, b: ventral; 18-20: juvenile sagittae No. 524(P15), 526(P15) und 525(P15), inner face; Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland (Aguasco). 22a-b: juvenile left sagitta No. 490(P72), a: inner face, b: ventral; 23a-b: subadult left sagitta No. 1032(P72), a: inner face, b: ventral; 24a-b: adult left sagitta No. 493(P1), a: inner face, b: ventral; Choptank Formation (Boston Cliffs Member); Maryland (Calvert Cliffs).



Die Sulcusproportionen, der Umriß und die Dicke der Adulti schwanken etwas. Die Variabilität hält sich insgesamt aber in einem recht engen Rahmen und die Abgrenzung der Arten bereitet wenig Probleme. Die stratigraphisch älteren Exemplare aus Calvert- und Choptank Formation sind etwas gedrungener und besitzen ein kürzeres Ostium. Die allmähliche Streckung der Otolithen und des Ostiums ist in den zeitlich aufeinander folgenden Populationen gut erkennbar, wobei wegen der fließenden Übergänge eine Abgrenzung mehrerer Arten nicht sinnvoll erscheint.

Vorkommen: Calvert Formation bis St. Marys Formation (Little Cove Point Member).

**"genus aff. *Sciaenops*" *schwarzhansi* n. sp.**

Abb. 37/11-16

Holotypus: Nr.508(P10), Abb. 37/16.

Paratypen: Nr. 509(P10), 510(P10), 511(P10), 512(P10), 513(P10), 514(P10), Abb. 37/11-15.

Locus typicus: Maryland, St. Marys County, Chancellors Point (loc. 8).

Stratum typicum: Mittelmiozän, St. Marys Formation, Windmill Point Member.

Derivatio nominis: Nach Herrn Dr. W. Schwarzhans.

Diagnose: Otolithen relativ gedrunken und im Umriß vom Gegensatz zwischen dem gerundeten Vorderteil und dem eckigen Caudalbereich geprägt. Hinterrand durch deutliche Ecken vom Dorsal- und Ventralrand abgesetzt, etwas schräg gestellt, höchsten schwach konvex. Außen- und Innenseite in beiden Richtungen konvex. Stärkste Wölbung der Außenseite und damit größte Dicke der Otolithen hinter der Mitte. Ostium deutlich kürzer als Cauda, ovoid im Umriß, Ventralrand deutlich ansteigend. Collum gerade, Cauda zunächst gerade, dann rechteckig nach unten abgebogen, relativ weit und flach.

Material: 104 Otolithen: P9(30), P10(74).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo/Lc	
514(P10)	7,7	5,5	1,9	1,45	4,05	0,95	Paratypus
508(P10)	8,4	5,5	2,1	1,52	4,0	0,95	Holotypus
511(P10)	9,4	5,5	2,2	1,71	4,27	0,78	Paratypus

Beschreibung: Zum Holotypus wurde eine perfekt erhaltene linke Sagitta bestimmt. Sie ist ostial stark konvex gerundet, caudal auffällig eckig. Der Dorsalrand verläuft flach konvex und bildet ein vor die Mitte gerücktes Prädorsaleck. Hinten endet er im gut akzentuierten Postdorsaleck, von wo der Hinterrand steil und fast geradlinig abfällt. Eine weitere Ecke bildet den Übergang zum schwach konvexen Ventralrand, der im hinteren Bereich etwas eingebuchtet ist. Der Ventralrand steigt vorn deutlich an und geht fließend in den Vorderrand über. Auf der Außenseite bilden flache, verschwommene und etwa vertikal ausgerichtet Erhebungen die Reste einer Skulptur.

Der Sulcus liegt etwas suprmedian und zerfällt in ein kürzeres Ostium und eine längere Cauda, die am geraden Collum zusammentreffen. Der Ventralrand des Ostiums steigt nach vorn an, wodurch sich das Ostium vorn verengt und seine sehr cha-

rakteristische, ovoide Form erhält. Die recht weite Cauda führt zunächst etwa horizontal nach hinten und biegt dann scharf und eckig nach unten ab, dabei schon wieder mit ihrem Hinterende leicht nach vorn gerichtet. Sie endet eckig abgeschlossen dicht vor dem Ventralrand, ebenso wie sie hinten dicht am Hinterrand entlangführt. Die Ventrallinie verläuft sehr randnah, steigt aber hinten etwas an. Dies wird von einer leichten Depression vor dem Hinterende der Cauda verursacht.

Ontogenie und Variabilität: Frühontogenetische Stadien zeigen die gleiche generalisierte Morphologie wie die von *T. eastmani*. Sie würden sich artlich nicht trennen lassen, wenn beide Arten zusammen vorkommen würden. Erst bei mittelgroßen Otolithen sind die typischen Merkmale ausreichend herausdifferenziert. Im weiteren Wachstum findet der übliche Skulpturabbau statt und die Eckenbildung wird schärfer.

Diskussion: "genus aff. *Sciaenops*" *paraeastmani* n. sp und "genus aff. *Sciaenops*" *schwarzhansi* n. sp. zeigen im Umriß und Sulcusmorphologie so markante Unterschiede, daß sich mittelgroße Otolithen bis Adulti völlig problemlos abgrenzen lassen. Lediglich die Bestimmung juveniler Otolithen ist problematisch und bei frühontogenetischen Stadien kaum möglich.

Die Gruppe selbst stellt den quantitativ wichtigsten Anteil der Sciaenidae-Otolithen von Calvert bis St. Marys Formation. Jüngere Funde sind nicht bekannt. Auf der Basis der beiden häufigen Arten lassen sich die beiden Member der St. Marys Formation sicher und schnell unterscheiden, was sie zu idealen biostratigraphischen Leitformen qualifiziert.

Vorkommen: St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland.

**"genus aff. *Sciaenops*" *onslowensis* n. sp.**

Abb. 36/8-11

Holotypus: linke Sagitta Nr. 678(P49), Abb. 36/8.

Paratypen: Otolithen Nr. 251(P49), 252(P49), 257(P52), Abb. 36/8, 9-11.

Locus typicus: North Carolina, Onslow County, Marl Pit Silverdale am White Oak River (loc. 31).

Stratum typicum: Belgrade Formation, Haywood Landing Member.

Derivatio nominis: Nach dem Onslow County in N. Carolina, wo der locus typicus liegt.

Diagnose: Eine auf Otolithen begründete Art mit mäßig dicken und relativ gedrunkenen Otolithen. Otolithen vertikal flach bikonvex und horizontal plankonvex bis schwach konkav/konvex, durch Anlage einer schwachen Biegung in der Längsachse. Dorsalrand schwach konvex bis annähernd gerade, Hinterrand senkrecht vom gut ausgeprägten Postdorsaleck abfallend, gerade bis sehr schwach konvex. Ventralrand und Vorderrand regulär konvex. Sulcus etwas schräg gestellt, mit weitem Ostium, nach vorn etwas verjüngt, und relativ enger, hinten nahezu rechtwinklig abgebogener Cauda.

Material: 7 Otolithen P49(5), P52(2), Abb. 102/6.

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
252(P52)	3,6	1,75	--	2,06	--	Paratypus
257(P52)	5,6	4,0	1,25	1,46	4,48	Paratypus
678(P49)	8,0	5,75	2,0	1,39	4,0	Holotypus
251(P49)	9,2	6,2	2,3	1,48	4,0	Paratypus

**Beschreibung:** Als Holotypus dient ein gut erhaltener Adultus von Silverdale (Abb. 16/8). Er besitzt eine nahezu ebene Außenseite, die flache, irreguläre Unebenheiten aufweist, und eine konvexe Innenseite. In vertikaler Richtung sind beide Seiten flach konvex. Der Dorsalrand verläuft nur wenig konvex und endet hinten in einem gut entwickelten Postdorsaleck. Von hier aus fällt der Hinterrand senkrecht und ziemlich gerade ab, unter leicht welligem Verlauf. Der Ventralrand spannt einen regulär konvexen Bogen. Er steigt vorn etwas stärker an als hinten und geht fließend in den ebenfalls konvexen Vorderrand über.

Der Sulcus teilt sich in ein umfangreiches, ventral stärker erweitertes Ostium und eine recht enge Cauda. Deren Junktion am Collum ist deutlich schräg nach vorn gerichtet. Während der Ventralrand des Ostiums horizontal ausgerichtet ist, fällt der Dorsalrand schräg nach vorn ab, wodurch sich das Ostium hier etwas verengt. Der Ostialrand endet mit Ausnahme eines dorsalen Zipfel etwas vor dem Vorderrand, wobei die Verhältnisse nicht sehr scharf ausgeprägt sind. Die Cauda verläuft vom Collum aus zunächst geade, etwas nach oben angewinkelt, nach hinten und biegt dann scharf nach unten ab. Ihre Krümmung ist so stark, daß ihr Hinterende wieder leicht nach vorn weist. Die randnahe Ventrallinie trennt das glatte und gewölbte Ventralfeld vom Randsaum. Das Ventralfeld greift mit einem relativ schmalen Zwickel weit nach oben zwischen Ostium und Hinterende der Cauda.

**Ontogenie und Variabilität:** Juvenile Otolithen zeigen das übliche Muster der *Umbrina*-Gruppe: länglich oval im Umriss, deutliche Jugendskulptur und noch wenig typischer Sulcus. Die Ausgestaltung des Umrisses und der Sulcuspomorphologie nehmen erst bei mittelgroßen Otolithen deutliche Gestalt an, und hier liegt auch die diagnostische Grenze zur sicheren Bestimmung. Im Laufe des Wachstums ändert sich auch die Breite des Zwickels zwischen Ostium und Hinterende der Cauda. Dieser Abschnitt wird zugunsten der immer stärkeren Krümmung der Cauda und des Ausbaues der posteroventralen Partie des Ostium immer schmaler. Im Stadium senile (Abb. 36/9) ist der Zwickel recht schmal, wobei die Breite insgesamt bei den Adulti etwas variiert.

**Diskussion:** Siehe unter "genus aff. *Sciaenops*" sp. 2.

**Vorkommen:** Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (White Oak River-Sektion).

**"genus aff. *Sciaenops*" sp. 1**

Abb. 36/6-7

Material: 1 Otolith (P15).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo/Lc
521(P15)	4,75	3,0	1,13	1,58	4,20	1,09

**Beschreibung:** Der einzige vorhandene, etwas korrodierte Otolith ist relativ gestreckt und recht dünn. In der Längsachse ist eine deutliche Biegung angelegt, die aber durch das Dickenwachstum der Außenseite ausgeglichen wird. So ist die Innenseite in Längsrichtung konvex, die Außenseite leicht konkav. Dabei liegt die größte Dicke der Außenseite in der hinteren Hälfte des Otolithen. Nach vorn zum Vorderrand dünnt sie stark aus. Hinten fällt die Außenseite schräg zum Hinterrand ab. Auf der Außenseite sind einige flache, undeutlich verschwommene Unebenheiten vorhanden. Eine stärkere Skulptur fehlt.

Am Dorsalrand befindet sich ein gut abgesetztes Prädorsaleck. Das ebenfalls deutlich abgesetzte Postdorsaleck ist weit nach hinten gerückt und bildet die Grenze zum Hinterrand. Das Prädorsaleck liegt etwas vor der Mitte des Otolithen. Von hier aus fällt der Dorsalrand schräg nach vorn zum Vorderrand ab und ist dabei leicht konkav eingebogen. Nach hinten fällt der Dorsalrand zunächst ebenfalls schräg ab und biegt dann in etwa horizontaler Richtung um. Diese Richtung behält er bis zum Ende am Postdorsaleck. Vom Postdorsaleck ist der Hinterrand senkrecht nach unten gerichtet und nur sehr schwach konvex gebogen. Deutlich stärker konvex hingegen ist der Vorderrand, der zugleich auch die vordere Begrenzung des weiten Ostiums bildet. Der Ventralrand schließlich spannt einen gleichmäßig konvexen Bogen zwischen Vorder- und Hinterrand. Alle Ränder sind glatt.

Die Innenseite wird weitgehend vom sehr umfangreichen Sulcus eingenommen, dessen Ostium nur wenig länger ist als die Cauda, aber sehr stark erweitert. Der Dorsalrand des Ostiums fällt leicht zum Vorderrand hin ab und ist dabei etwas konkav eingebogen. Der schwach konvexe Ventralrand steigt zum Vorderrand an, so daß sich das Ostium insgesamt nach vorn deutlich verengt. Unterhalb des Collums ist das Ostium leicht nach hinten ausgebogen. Dadurch erscheint das Ostium gegenüber der Cauda leicht schräggestellt. Die Cauda ist sehr weit und mäßig tief. Sie zieht zunächst annähernd horizontal nach hinten und biegt dann scharf nach unten ab. Das Ende der Cauda schließlich ist wieder etwas nach vorn gerichtet. Insgesamt erreicht die Cauda dadurch eine hakenartige Form. Ein sehr dünnes Colliculum bedeckt den Boden der Cauda. Am Collum reicht es etwas in das Ostium hinein und wird hier durch eine bogenförmig nach vorn gerichtete Furche vom ostialen Colliculum getrennt. Auf der Oberfläche des dicken ostialen Colliculums sind undeutliche, irreguläre und schräg gestellte Furchen zu erkennen.

Über dem Sulcus ertreckt sich eine schmale Area. Sie ist ventral leicht eingesenkt, wodurch der Dorsalrand des Sulcus, vor allem im mittleren Bereich, als leistenförmige Crista superior betont wird. Nach hinten erlischt die Crista. Dorsal begrenzt eine deutliche Linie die Area gegen den Randbereich. Im vorderen Teil des Otolithen fällt diese Linie mit dem Dorsalrand zusammen. Die Area biegt hinten mit der Cauda nach unten um. Hier wird der abgesetzte Randbereich breiter. Die Ventrallinie ist undeutlich und relativ randnah. Das leicht gewölbte, glatte Ventralfeld greift als breiter Zwickel nach oben zwischen das Hinterende des Ostiums und den abwärts gebogenen Teil der

Cauda.

**Diskussion:** Der einzige Otolith reicht nicht aus zur Definition dieser Art. Sie ist aber nicht mit den *Trewasciaena*-Arten zu verwechseln und repräsentiert einen eigenen Typus.

**Vorkommen:** Calvert Formation (Plum Point Marl Member, Bed 10), Maryland.

### "genus aff. *Sciaenops*" sp. 2

Abb. 36/14

Material: 2 Otolithen (P15).

### Abb. 37

Abb. 37/1-10: "genus aff. *Sciaenops*" *paraeastmani* n. sp.

1a-b: adulte rechte Sagitta Nr. 492(P1), a: Innenseite, b: ventral; 2a-b: adulte linke Sagitta Nr. 495(P1), a: Innenseite, b: ventral; Choptank Formation (Boston Cliffs Member); Maryland (Calvert Cliffs). 3: mittelgroße rechte Sagitta Nr. 500(P14), Innenseite; 4: mittelgroße linke Sagitta Nr. 495(P14), Innenseite; 5a-b: mittelgroße linke Sagitta Nr. 496(P14), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 6: mittelgroße rechte Sagitta Nr. 503(P14), Innenseite; 7: subadulte linke Sagitta Nr. 1033(P14), Innenseite; 8: mittelgroße linke Sagitta Nr. 501(P14), Innenseite; 10a-b: adulte linke Sagitta Nr. 497(P14), Holotypus, Innenseite, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach). 9a-b: sehr große linke Sagitta Nr. 507(P10), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellor Point).

Abb. 37/11-16: "genus aff. *Sciaenops*" *schwarzzhansi* n. sp.

11a-b: adulte rechte Sagitta Nr. 514(P10), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 12: mittelgroße rechte Sagitta Nr. 509(P10), Paratypus, Innenseite; 13: subadulte rechte Sagitta Nr. 1034(P10), Paratypus, Innenseite; 14: adulte linke Sagitta Nr. 512(P10), Paratypus, Innenseite; 15: juvenile linke Sagitta Nr. 513(P10), Paratypus, Innenseite; 16a-b: adulte linke Sagitta Nr. 508(P10), Holotypus, a: Innenseite, b: ventral; St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellor Point).

Abb. 37/17-20: *Leiostomus compressus* n. sp.

17a-b: rechte Sagitta Nr. 619(P15), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 18a-b: rechte Sagitta Nr. 620(P15), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 19a-b: linke Sagitta Nr. 618(P15), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 20a-b: linke Sagitta Nr. 390(P15), Holotypus, a: Innenseite, b: ventral; Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland (Aquasco).

Abb. 37/21-24: *Leiostomus xanthurus* LACEPEDE, 1802  
Sagittae von innen, rezent, Maryland, coll. A. Müller.

Abb. 37/25-29: *Leiostomus crassior* n. sp.

25a-b: linke Sagitta Nr. 608(P14), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 26: linke Sagitta Nr. 607(P14), Paratypus, Innenseite; 27a-b: linke Sagitta Nr. 415(P11), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 28: linke Sagitta Nr. 412(P10), Holotypus, Innenseite; 29: linke Sagitta Nr. 601(P14), Paratypus, Innenseite; Nr. 415(P11): Choptank Formation (Boston Cliffs Member), Maryland (Scientists Cliffs); Nr. 608, 607, 601 und 412: St. Marys Formation (608, 607 und 601: Little Cove Point Member - Driftwood Beach; 412: Windmill Point Member - Chancellor Point), Maryland.

Abb. 37/30-34: *Leiostomus xanthurus* LACEPEDE, 1802

30a-b: rechte Sagitta Nr. 302(P57), a: Innenseite, b: ventral; 31a-c: rechte Sagitta Nr. 394(P20), a: ostial, b: Innenseite, c: ventral; 32a-b: rechte Sagitta Nr. 306(P57), a: Innenseite, b: ventral; 33: linke Sagitta Nr. 304(P57), Innenseite; 34a-c: rechte Sagitta Nr. 393(P20) a: ostial, b: Innenseite, c: ventral; Nr. 393 und 344(P20): Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (Piankatank River, Martiau); Nr. 302, 306 und 304: Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 37/35a-e: *Leiostomus* sp.

rechte Sagitta Nr. 396(P22), a: Innenseite, b: ventral, c: ostial, d: caudal, e: Außenseite; Eastover Formation (Cobham Bay Member), Virginia (Rappahannock River/Burhans Wharf).

### Fig. 37

Fig. 37/1-10: "genus aff. *Sciaenops*" *paraeastmani* n. sp.

1a-b: adult right sagitta No. 492(P1), a: inner face, b: ventral; 2a-b: adult left sagitta No. 495(P1), a: inner face, b: ventral; Choptank Formation (Boston Cliffs Member); Maryland (Calvert Cliffs). 3: medium-sized right sagitta No. 500(P14), inner face; 4: medium-sized left sagitta No. 495(P14), inner face; 5a-b: medium-sized left sagitta No. 496(P14), paratype, a: inner face, b: ventral; 6: medium-sized right sagitta No. 503(P14), inner face; 7: subadult left sagitta No. 1033(P14), inner face; 8: medium-sized left sagitta No. 501(P14), inner face; 10a-b: adult left sagitta No. 497(P14), holotype, inner face, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach). 9a-b: very large left sagitta No. 507(P10), paratype, a: inner face, b: ventral; St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellor Point).

Fig. 37/11-16: "genus aff. *Sciaenops*" *schwarzzhansi* n. sp.

11a-b: adult right sagitta No. 514(P10), paratype, a: inner face, b: ventral; 12: medium-sized right sagitta No. 509(P10), paratype, inner face; 13: subadult right sagitta No. 1034(P10), paratype, inner face; 14: adult left sagitta No. 512(P10), paratype, inner face; 15: juvenile left sagitta No. 513(P10), paratype, inner face; 16a-b: adult left sagitta No. 508(P10), holotype, a: inner face, b: ventral; St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellor Point).

Fig. 37/17-20: *Leiostomus compressus* n. sp.

17a-b: right sagitta No. 619(P15), paratype, a: inner face, b: ventral; 18a-b: right sagitta No. 620(P15), paratype, a: inner face, b: ventral; 19a-b: left sagitta No. 618(P15), paratype, a: inner face, b: ventral; 20a-b: left sagitta No. 390(P15), holotype, a: inner face, b: ventral; Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland (Aquasco).

Fig. 37/21-24: *Leiostomus xanthurus* LACEPEDE, 1802

Inner face of sagittae, recent, Maryland, coll. A. Müller.

Fig. 37/25-29: *Leiostomus crassior* n. sp.

25a-b: left sagitta No. 608(P14), paratype, a: inner face, b: ventral; 26: left sagitta No. 607(P14), paratype, inner face; 27a-b: left sagitta No. 415(P11), paratype, a: inner face, b: ventral; 28: left sagitta No. 412(P10), holotype, inner face; 29: left sagitta No. 601(P14), paratype, inner face; No. 415(P11): Choptank Formation (Boston Cliffs Member), Maryland (Scientists Cliffs); No. 608, 607, 601 und 412: St. Marys Formation (608, 607 und 601: Little Cove Point Member - Driftwood Beach; 412: Windmill Point Member - Chancellor Point), Maryland.

Fig. 37/30-34: *Leiostomus xanthurus* LACEPEDE, 1802

30a-b: right sagitta No. 302(P57), a: inner face, b: ventral; 31a-c: right sagitta No. 394(P20), a: ostial, b: inner face, c: ventral; 32a-b: right sagitta No. 306(P57), a: inner face, b: ventral; 33: left sagitta No. 304(P57), inner face; 34a-c: right sagitta No. 393(P20) a: ostial, b: inner face, c: ventral; No. 393 und 344(P20): Yorktown Formation (Sunken Meadow Member), Virginia (Piankatank River, Martiau); No. 302, 306 und 304: Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 37/35a-e: *Leiostomus* sp.

Right sagitta No. 396(P22), a: inner face, b: ventral, c: ostial, d: caudal, e: outer face; Eastover Formation (Cobham Bay Member), Virginia (Rappahannock River/Burhans Wharf).



Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
617(P15)	4,2	2,9	0,9	1,45	4,67
616(P15)	5,8	4,3	1,3	1,35	4,46

**Beschreibung:** Der Adultus ist am Vorder- rand etwas beschädigt, aber sonst perfekt erhalten. Er besitzt einen etwa ovalen Umriß, hinten (Hinter- rand) annähernd gerade abgestutzt und Vorder- rand konvex. Der Dorsalrand erreicht seinen höchsten Punkt deutlich vor der Mitte. Von hier aus fällt er leicht nach vorn und hinten ab, bei recht geradem Verlauf. Der Ventralrand ist stark konvex und bildet einen kräftigen medianen Knick.

Der Sulcus ist kaum schräg zur Otolithenachse gestellt und teilt sich in ein subquadratisches Ostium und eine relativ enge Cauda. Die Cauda setzt am nur wenig schräg gestellten Collum an und zieht ein langes Stück horizontal nach hinten, bevor sie scharf und fast rechtwinklig nach unten abbiegt. Der abgegebene Teil ist kürzer als der horizontale und der Zwickel des Ventralfeldes zwischen dem Hinterende des Ostium und Cauda sehr breit und niedrig.

**Ontogenie und Variabilität:** Eine vollständige ontogenetische Serie liegt nicht vor. Mittelgroße Otolithen gleichen schon weitgehend den Adulti, zeigen aber noch Reste der Jugendskulptur und einen gleichmäßiger konvexen Ventralrand.

**Diskussion:** Die Otolithen der beiden fossilen Taxa liegen morphologische etwas zwischen Umbrina und Sciaenops. Otolithen der rezenten Art *S. ocellata* zeigen einen stärker diagonal gestellten Sulcus und ein deutliches Postdorsaleck, teilweise dornartig ausgebaut. Bei den abgebildeten mittelgroßen Otolithen ist der Zwickel zwischen Ostium und Cauda noch recht breit, er wird bei Adulti schmaler. In den Sulcusproportionen liegt "genus aff. *Sciaenops*" sp. 2 wesentlich dichter an den Otolithen der rezenten Art. Die Drehung des gesamten Sulcus in eine etwas diagonale Position ist aber höchstens in Ansätzen zu erkennen. Die Gruppe ist fossil wohl formenreicher gewesen und *S. ocellata* die einzige rezente Art. Im Moment vermitteln die Otolithen noch kein zusammenhängendes Bild zu den Verwandtschaftsverhältnisse. Aus diesem Grund wird vorläufig auf eine generische Bestimmung verzichtet.

**Vorkommen:** Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland.

Genus *Leiostomus* LACEPEDE, 1802

Typus-Art: *Leiostomus xanthurus* LACEPEDE, 1802

### ***Leiostomus xanthurus* LACEPEDE, 1802**

Abb. 37/21-24, 30-34

Material: 17 Otolithen: P20(5), P57(12).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo/Lc
393(P20)	5,3	3,0	0,9	1,77	5,89	0,87
306(P57)	6,1	3,7	1,0	1,65	6,1	0,98
302(P57)	6,7	3,4	1,1	1,97	6,09	0,93

**Diskussion:** Die fossilen Otolithen aus dem Miozän stimmen so weitgehend mit den Otolithen der einzigen rezenten Art der Gattung überein, daß sie dieser zugeordnet werden können. Sie variieren etwas im L/H-Index und damit auch in den Sulcus- Proportionen.

**Vorkommen:** Yorktown Formation, Virginia und North Carolina.

### ***Leiostomus compressus* n. sp.**

Abb. 37/17-20

**Holotypus:** Nr. 390(P15), Abb. 37/20.

**Paratypen:** Nr. 618-620(P15), Abb. 37/17-19.

**Locus typicus:** Maryland, Prince Georges County, Bacheinschnitt südlich Aquasco (loc. 10).

**Stratum typicum:** Miozän, Calvert Formation, Plum Point Marl Member, Bed 10.

**Derivatio nominis:** lat. "compressus" = knapp, gedrängt, nach den dünnen Otolithen.

**Diagnose:** Otolithen gestreckt, sehr dünn, in der Längsachse nur wenig gebogen, mit sehr schwach konvexer Innenseite und ebener bis angedeutet konkaver Außenseite. Prädorsaleck vorhanden, Postdorsaleck kaum angedeutet. Sulcus mit relativ langem, nach vorn etwas verjüngtem Ostium und relativ weiter, hinten kräftig abwärts gebogener Cauda.

**Material:** 14 Otolithen (P15).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
619(P15)	3,7	2,3	0,6	1,61	6,17	Paratypus
620(P15)	4,1	2,4	0,65	1,71	6,31	Paratypus
390(P15)	4,3	2,6	0,75	1,65	5,73	Holotypus

**Beschreibung:** Zum Holotypus wurde ein gut erhaltener Adultus bestimmt. Er besitzt einen querovalen Umriß, mit gerundetem Hinter- und Vorderende. Er ist recht dünn und in Längsrichtung schwach gebogen, wobei die Außenseite annähernd eben verläuft, die Innenseite schwach konvex gewölbt. In vertikaler Richtung sind beide Seiten schwach konvex. Auf der Außenseite sind einige flache, verschwommene Unebenheiten vorhanden, sonst ist sie glatt.

Am Dorsalrand befindet sich ein etwas vor die Mitte gerücktes, stumpfes Prädorsaleck, von wo aus der Dorsalrand schräg nach vorn und hinten abfällt, nach vorn etwas steiler. Hinten geht der Dorsalrand ohne deutliche Ecke in den kurzen, stark konvexen Hinterrand über, welcher fließend zum Ventralrand weiterführt. Der Ventralrand spannt einen flach konvexen Bogen zum Vorder- rand. Der sehr kurze Vorderrand ist senkrecht ausgerichtet und leicht konvex. Er wird zum größten Teil von der Mündung des Ostiums eingenommen. Am Dorsal- und am Ventralrand findet sich eine flache, etwas irreguläre Wellung.

Die Innenseite trägt den horizontal ausgerichteten Sulcus, dessen Ostium etwas kürzer als die Cauda ist. Es erweitert sich am Collum dorsal und ventral etwa gleichstark. Der Ventralrand erstreckt sich horizontal nach vorn, der Dorsalrand fällt schräg nach vorn ab. Die relativ weite und tiefe Cauda zieht mit etwa 2/3 ihrer Gesamtlänge horizontal nach hinten und biegt mit dem letzten Drittel rechtwinklig nach unten ab. Sie endet dicht vor dem Ventralrand. Während den Boden der Cauda nur ein sehr dünnes Colliculum bedeckt, füllt das dicke ostiale Colliculum das Ostium völlig aus. Beide trennt eine schwach nach vorn gebogene Linie am Collum. Dorsal begleitet eine niedrige, flache Area den Sulcus, durch eine feine Linie vom schmalen Randbereich des Otolithen abgesetzt. Die Ventrallinie verläuft extrem randnah, so daß das glatte Ventralfeld fast den gesamten Ventralbereich ausfüllt.

**Ontogenie und Variabilität:** frühjuvenile Otolithen liegen nicht vor, sie müssen sehr klein sein. Die mittelgroßen Exemplare sind noch etwas dünner und weniger gebogen als die Adulti, teilweise auch etwas gedrungener. Bei vielen Otolithen ist der sehr dünne Vorderrand etwas beschädigt, so daß das Ostium kürzer erscheint als es ursprünglich war.

**Diskussion:** Siehe unter *Leiostomus crassior*.

**Vorkommen:** Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland.

### *Leiostomus crassior* n. sp.

Abb. 37/25-29

**Holotypus:** Otolith Nr. 412(P10), Abb. 37/28.

**Paratypen:** Nr. 602(P14), 604(P14), 607(P14), 608(P14), 415(P11), Abb. 37/25-27, 29.

**Locus typicus:** Maryland, St. Marys County, St. Marys City, Chancellor Point (loc. 8).

**Stratum typicum:** Miozän, St. Marys Formation, Windmill Point Member.

**Derivatio nominis:** Komparativ von lat. "crassus" = dick, die im Verhältnis zur den dünnen Otolithen von *L. compressus* dickere Art.

**Diagnose:** Otolithen gestreckt. Dorsalrand nur flach konvex, mit stumpfem Prädorsal- und deutlichem Postdorsaleck. Hinterrand steil, schwach konvex bis annähernd gerade. Ventralrand gleichmäßig konvex. Längsschnitt plankonvex (Außenseite plan), Querschnitt flach bikonvex. Sulcus leicht supramedian, horizontal ausgerichtet. Cauda etwa so lang wie Ostium oder etwas länger, weit, mäßig tief und hinten ein kurzes Stück abgebogen. Ostium dorsal und ventral etwa gleich erweitert, abgerundet rechteckig, nach vorn leicht verengt.

**Material:** 97 Otolithen: 6(P12), 86(P14), 5(P10).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
604(P14)	3,25	2,2	0,65	1,48	5,0	Paratypus
602(P14)	4,4	2,6	0,7	1,69	6,29	Paratypus
607(P14)	4,6	2,5	--	1,84	--	Paratypus
608(P14)	4,7	2,6	1,0	1,81	4,7	Paratypus
412(P10)						Holotypus

**Beschreibung:** Der Holotypus ist eine gut

erhaltenen linke Sagitta (Abb. 37/28) von gestreckter Gestalt und mäßig dick. Das Dickenwachstum der Außenseite kompensiert die leichte Biegung in horizontaler Richtung, sie ist annähernd plan und die Innenseite flach konvex. In vertikaler Richtung sind beide Seiten leicht konvex, die Außenseite etwas stärker als die Innenseite. Am Dorsalrand erkennt man ein stumpfes, vor die Mite gerücktes Prädorsaleck und ein weit nach hinten verschobenes Postdorsaleck. Dazwischen erstreckt sich der Dorsalrand annähernd gerade und horizontal. Vom Postdorsaleck fällt der Hinterrand steil nach unten ab und geht fließend in den flach und regulär konvexen Ventralrand über. Die Ränder sind weitgehend glatt.

Der Sulcus liegt leicht supramedian und ist horizontal ausgerichtet. Das Ostium ist etwas länger als die Cauda, gerundet rechteckig und verjüngt sich durch den leichten Abfall des Dorsalrandes nach vorn etwas. Das Collum ist etwas schräg nach vorn gestellt. Von hier aus zieht die relativ weite Cauda horizontal nach hinten und biegt mit ihrem hinteren Drittel in ventraler Richtung ab. Unter dem Sulcus erstreckt sich das niedrige, lange und schwach gewölbte Ventralfeld, durch eine randnahe, wenig deutliche Ventrallinie vom Randsaum getrennt.

**Ontogenie und Variabilität:** Juvenile Otolithen zeigen noch eine flache Skulptur aus kurzen, radial gestellten Wülsten und Tuberkeln, die schnell schwächer wird und bei den Adulti ganz verschwindet, auch die damit verbundene flache Wellung der Ränder.

**Diskussion:** Das fossile Material läßt die Entwicklung der *Leiostomus*-Otolithen bis hin zum rezenten Typus gut erkennen. Die außerordentlich dünnen *L. compressus*-Otolithen aus der Calvert Formation zeigen in der Sulcuspomorphologie schon ein gut ausgeprägtes *Leiostomus*-Muster, das Ostium ist jedoch noch deutlich kürzer als die Cauda und noch weiter als bei den anderen *Leiostomus*-Arten. *L. crassior* vermittelt zwischen *compressus* und *xanthurus*. Sulcus und Umriß nähern sich schon *L. xanthurus* an, wobei aber noch die caudale Verjüngung der Otolithen fehlt, verbunden mit dem schrägen Abfall nach hinten. Die pliozänen Otolithen zeigen alle wesentlichen Merkmale rezenter Exemplare, die Cauda ist jedoch noch etwas weiter und die Ostium-Cauda-Proportionen differieren noch etwas.

**Vorkommen:** St. Marys Formation, Maryland.

### *Leiostomus* sp.

Abb. 37/35

**Material:** 2 Otolithen (P22)-

**Diskussion:** Die beiden Otolithen aus der Eastover Formation sind wesentlich gedrungener und höher als die übrigen vorhandenen *Leiostomus*-Arten. Sie belegen das Vorkommen einer fos-

silen obermiozänen Art, reichen aber nicht zu ihrer Definition aus. Beide Otolithen sind stärker korrodiert und als Typus-Exemplare ungeeignet.

Vorkommen: Eastover Formation (Cobham Bay Member von Virginia (Rappahannock River).

### Genus *Genyonemus* GILL 1861

Typus-Art: *Leiostomus lineatus* AYRES, 1855

*Genyonemus calvertensis* n. sp.

#### *Genyonemus calvertensis* n. sp.

Abb. 38/1-4

Holotypus: Rechte Sagitta Nr. 340(P15), Abb. 38/2.

Paratypen: Nr. 338(P15), 339(P15), 387(P15), Abb. 38/1, 3, 4).

Locus typicus: Bacheinschnitt südlich Aquasco, Maryland, Prince Georges County (loc. 10).

Stratum typicum: Miozän, Calvert Formation, Plum Point Marl Member, Bed 10 (Hauptschillbank).

Derivatio nominis: nach Calvert County in Maryland.

Diagnose: Otolithen gestreckt, wesentlich länger als hoch und relativ ziemlich massiv. Umriß etwa asymmetrisch rhombisch, mit gerundetem Ostial- und Caudalende. Dorsalrand mit hohem Prädorsaleck und weit nach hinten verlagertem Postdorsaleck, Ventralrand gleichmäßig konvex. Sulcus gestreckt, Ostium nur wenig kürzer als Cauda, relativ eng und länglich-oval im Umriß. Cauda mäßig weit, tief, Hinterende nur wenig in ventraler Richtung abgebogen.

Material: 8 Otolithen: P15(6), P6(2)

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo/Lc	
340(P15)	3,4	2,2	1,1	1,54	3,09	0,94	Holotypus
339(P15)	4,1	2,4	1,3	1,71	3,15	0,92	Paratypus
387(P15)	6,5	3,6	2,3	1,81	2,83	0,95	Paratypus

Beschreibung: Otolith Nr. 340(P15) ist perfekt erhalten und dient als Typus zur nachfolgenden Beschreibung. Der Otolith ist sehr gestreckt und besitzt die Anlage einer Biegung in horizontaler Richtung. Das Dickenwachstum ist sehr asymmetrisch und betrifft weitgehend nur die Außenseite. So ist diese in vertikaler und horizontaler Richtung stärker konvex gewölbt, während die Innenseite durch die Biegung des Otolithen in horizontaler Richtung zwar leicht konvex, in vertikaler Richtung aber nahezu plan ist. Die größte Dicke der Außenseite konzentriert sich auf deren mediane Region, die durch einige flache Furchen etwas buckelig gegliedert ist. Von der Kerbung der Ränder her laufen kurze Furchen nach innen, bleiben aber auf den Randbereich beschränkt.

Am Dorsalrand befindet sich ein gut entwickeltes Prädorsaleck. Es liegt vor der Mitte und von hier aus fällt der Dorsalrand schräg nach hinten und vorn ab. Ein Postdorsaleck ist leicht angedeutet, hier setzt der kurze und leicht konvexe Hinterrand an. Ventral geht der Hinterrand an einer stark abgerundeten Ecke in den mäßig konvexen Ventralrand über, dessen stärkste Ausbiegung etwa median liegt. Die Ränder sind relativ gleichmäßig ge-

zähnelte.

Der Sulcus liegt recht genau median und ist horizontal ausgerichtet. Das Ostium ist gegenüber der Cauda nur relativ gering erweitert und hat einen länglich-ovalen Umriß. Ein dickes, glattes Colliculum füllt das Ostium völlig aus. Am Collum ist das Ostium etwas abgescrängt. Die Grenze zur Cauda bildet eine tiefe Furche, leicht nach vorn ausgebogen. Die Cauda selbst ist relativ eng und tief, hinten nur schwach abwärts gebogen. Ihren Boden bedeckt ein flaches, ebenes und dünnes Colliculum.

Die Area bildet einen glatten, ventral vertieften Streifen über dem Sulcus. Durch die Vertiefung tritt der Dorsalrand des Sulcus als leistenartige Crista hervor, vor allem im mittleren Bereich. Die Crista erlischt im caudalen Bereich. Unter dem Sulcus erstreckt sich ein relativ niedriges, glattes und kaum gewölbtes Ventralfeld, gegen den Randsaum durch eine relativ randnahe Ventrallinie begrenzt.

Ontogenie und Variabilität: Ein komplette ontogenetische Serie steht nicht zur Verfügung, es handelt sich durchweg um größere Otolithen. Der Typus zeigt noch eine relativ kräftige Skulptur der Ränder. Diese glättet bei noch größeren Individuen im ventralen Randbereich völlig aus, häufig auch dorsal. Manchmal bleiben dorsal einige kurze, irreguläre Kerben übrig. Das Prädorsaleck ist immer gut ausgeprägt. Dagegen variiert die Ausbildung des Postdorsalecks deutlich und reicht von eckig bis abgerundet und undeutlich.

Diskussion: Fossile Arten der Gattung sind bisher nicht beschrieben worden. Nächstverwandtes Taxon ist die rezente Art *Genyonemus lineatus*. Deren Otolithen sind stärker gebogen und dicker, wobei die größte Dicke weiter nach hinten verlagert ist und die Außenseite trotz Biegung hier stärker konvex ist. Das Hinterende der Cauda ist bei den Otolithen der rezenten Art deutlicher abwärts gebogen.

Vorkommen: Miozän (Calvert Formation, Plum Point Marl Member, Bed 10), Maryland.

#### "genus aff. *Genyonemus* " *pertenuis* n. sp.

Abb. 38/5-6

Holotypus: Nr. 636(P15), Abb. 38/5.

Paratypen: Nr. 637(P15), Abb. 38/6.

Locus typicus: Maryland, Prince Georges County, Bacheinschnitt südlich Aquasco (loc. 10).

Stratum typicum: Miozän, Calvert Formation, Plum Point Marl Member, Bed 10 (Hauptschillbank).

Derivatio nominis: Siehe unter Gattung.

Diagnose: Otolithen außerordentlich langgestreckt und dünn, in Längsrichtung nur schwach gebogen, ostial und caudal gerundet. Innen- und Außenseite in horizontaler und vertikaler Richtung schwach konvex. Dorsal- und Ventralrand leicht konvex gebogen. Sulcus gestreckt, Ostium langoval im Umriß, kaum kürzer als Cauda, Cauda relativ weit und tief, hinten nur wenig abwärts gebogen.

Material: 2 Otolithen, Aquasco (P15).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo	
636(P15)	6,2	2,4	0,8	2,58	7,75	1,33	Holotypus
637(P15)	6,1	2,7	0,75	2,26	8,13	1,03	Paratypus

**Beschreibung:** Zum Holotypus wurde der gut erhaltene Adultus Nr. 636 ausgewählt, er zeigt alle diagnostisch wichtigen Merkmale. Er ist sehr gestreckt, mehr als doppelt so lang wie hoch und außerordentlich dünn. Die leichte Biegung in der Längsachse wird durch das Dickenwachstum der Außenseite kompensiert, wobei sich das Dickenwachstum vor allem auf die hintere Hälfte konzentriert. Hier ist die Außenseite schwach konvex und flacht nach vorn ab. Die Innenseite ist schwach konvex, ebenso beide Seiten in vertikaler Richtung. Auf der Außenseite befindet sich eine verschwommen-unscharfe Skulptur aus flachen Unebenheiten.

Der Dorsalrand ist flach konvex gebogen und leicht gewellt. Auch der glatte Ventralrand verläuft schwach konvex. Der Vorderrand ist sehr kurz und stärker konvex gebogen, ebenso der Hinterrand, wobei das Hinterende etwas ausgezogen ist. Auf der Innseite liegt ein gestreckter und horizontal ausgerichteter Sulcus, von dessen Länge jeweils etwa die Hälfte auf Ostium und Cauda entfällt. Das Ostium erweitert sich am Collum dorsal etwas stärker als ventral, aber insgesamt in Relation zur Cauda nur sehr moderat. Es besitzt einen gleichmäßig quere ovalen Umriß. Die relativ weite und tiefe Cauda ist vom Collum aus horizontal und gerade nach hinten gerichtet. Nur ein kurzes Stück des Hinterendes biegt dann in ventraler Richtung ab und endet etwas vor dem Ventralrand des Otolithen. Am Collum trennt eine nur schwach nach vorn ausgebogene Furche das dicke ostiale Colliculum vom sehr flachen caudalen Colliculum. Die niedrige, lange Area über dem Sulcus ist ventral schwach vertieft und gegen den dorsalen Randbereich des Otolithen nur undeutlich abgesetzt. Durch die ventrale Eintiefung der Area erscheint der Dorsalrand des Sulcus als niedrige Crista superior. Der Bereich unter dem Sulcus wird fast völlig vom leicht gewölbten und glatten Ventralfeld eingenommen, da die extrem randnahe Ventrallinie praktisch mit dem Ventralrand des Otolithen zusammenfällt.

**Ontogenie und Variabilität:** Der Paratypus Nr. 637 (Abb. 38/6) zeigt einen stärker und weitspannig gewellten Dorsalrand, die übrigen Merkmale entsprechen weitgehend denen des Holotypus.

**Diskussion:** Die Art gehört wohl in den Verwandtschaftskreis von *Genyonemus*, ist aber viel dünner und gestreckter. Die morphologischen Unterschiede übersteigen das innerhalb von *Genyonemus* beobachtete Maß erheblich, weshalb sie nur in die Nähe von *Genyonemus* gestellt werden. Vergleichbare rezente Formen sind nicht bekannt und die Art gehört vermutlich zu einer fossilen Gattung, die bisher nur in der Calvert Formation beobachtet

wurde.

**Vorkommen:** Calvert Formation (Plum Point Marl Member, Bed 10), Maryland.

Genus *Menticirrhus* GILL, 1861

Typus-Art: *Perca alburnus* LINNAEUS, 1766

Subgenus *Menticirrhus* s. str.

***Menticirrhus (Menticirrhus) aff. littoralis* (HOLBROOK, 1855)**

Abb. 38/10-11

Material: 2 Otolithen (P14).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo/Lc
689(P14)	5,5	2,3	1,0	2,39	5,5	0,93

**Beschreibung:** Von den beiden vorhandenen Otolithen ist Nr. 689(P14) (Abb. 38/10) sehr gut erhalten und dient als Grundlage der nachfolgenden Beschreibung. Der kleine Otolith ist sehr langgestreckt, ostial verjüngt und caudal schräg abgestutzt, mit leicht ausgezogenem Postdorsaleck. In Längsrichtung ist eine deutliche Biegung zu beobachten, wobei die Außenseite konkav angelegt ist. Auch das starke Dickenwachstum kann dies nicht ganz kompensieren und die Außenseite bleibt leicht konkav, die Innenseite dagegen konvex. In vertikaler Richtung ist die Außenseite stärker konvex als die Innenseite. Auf der Außenseite ist eine Skulptur aus flachen, verschwommenen und etwas irregulären Erhebungen entwickelt.

Der Dorsalrand verläuft über die hinteren etwa 2/3 der Länge horizontal und leicht wellig. Er fällt vorn schräg zum kurzen, stark konvexen Vorderrand ab. Hinten endet der Dorsalrand in einem grundeten, aber deutlich ausgezogenen und stark betonten Postdorsaleck. Von hier aus führt der Hinterrand schräg nach vorn-unten. Der Ventralrand ist horizontal ausgerichtet, ziemlich gerade und verläuft etwa parallel zum hinteren (längeren) Teil des Dorsalrandes.

Die Innenseite wird zum großen Teil vom umfangreichen Sulcus eingenommen. Dessen Ostium verjüngt sich stark nach vorn und zeigt einen abgerundet dreieckigen Umriß. Sein Ventralrand verläuft nach kurzer Ausbiegung unter dem Collum horizontal nach vorn, mit einer deutlichen Eindelung kurz hinter dessen Mitte. Der Dorsalrand ist schräg nach vorn abwärts gerichtet. Die Cauda ist sehr weit und recht flach. Sie verläuft zunächst schräg in dorsocaudaler Richtung, erweitert sich noch etwas und biegt dann scharf und ziemlich genau senkrecht nach unten ab, wo sie kurz vor dem Ventralrand endet. Am Collum bildet eine flach bogenförmig nach vorn gerichtete Furche die Grenze zwischen dem dicken ostialen und dem sehr flachen caudalen Colliculum.

Über dem Sulcus nimmt die glatte Area fast den gesamten dorsalen Bereich ein und läuft praktisch mit dem Dorsalrand des Otolithen zusammen. Sie

zieht caudal mit der Biegung der Cauda herum. Hier bildet eine feine Furche die Grenze zum etwas breiteren caudalen Randsaum. Die Ventrallinie liegt ebenfalls sehr randnah und fällt teilweise mit dem Ventralrand zusammen. Nur im mittleren Bereich ist sie etwas konkav eingezogen und läßt hier Raum für einen schmalen Randsaum. Die übrige Fläche unter dem Sulcus füllt das glatte, schwach gewölbte Ventralfeld aus.

**Diskussion:** Unter den Otolithen der rezenten *Menticirrhus*-Arten sind die von *M. saxatilis* (Northern Kingfish) den fossilen sehr ähnlich. Die Sulcus-Morphologie ist praktisch identisch, selbst die Eindellung des Ventralrandes des Ostiums ist hier vorhanden. Bei den Otolithen rezenter Exemplare ist das Postdorsaleck noch deutlich spitzer ausgezogen und die größte Dicke (= Wölbung der Außenseite) ist etwas deutlicher auf die hintere Hälfte konzentriert, während der vordere Abschnitt dünner bleibt. Da nur wenige Otolithen von *M. saxatilis* geprüft werden konnten, ist nicht sicher, ob diese Merkmale konstant sind oder stärker variieren können. Aus diesem Grunde schließe ich die fossilen Otolithen mit Vorbehalt der rezenten Art an.

**Vorkommen:** Höchstes Mittelmiozän (St. Marys Formation, Little Cove Point Member), Maryland.

### *Menticirrhus (Menticirrhus) sp.*

Abb. 38/7-9

Material: 3 Otolithen (P14).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo/Lc
691(P14)	3,8	1,7	0,9	2,24	4,22	0,9
66(P14)	4,75	1,8	1,0	2,64	4,75	0,97

**Beschreibung:** Am besten erhalten ist Otolith Nr. 691(P14) (Abb. 38/7), an dem die folgende Beschreibung ausgerichtet ist. Der kleine, aber recht massive Otolith zeichnet sich durch eine gestreckte Gestalt aus, mit einem spitz ausgezogenen Caudalende und einem abgerundeten Ostialende. Sehr charakteristisch ist weiterhin die flügelartig verbreiterte Mittelregion der hinteren Hälfte der Außenseite. Dies verleiht dem Otolithen in Ventralansicht eine sich zum Vorderrand hin verjüngende Keilform, nahezu ausschließlich von der Außenseite geprägt, während die Innenseite annähernd eben bleibt. Die flügelartige Verbreiterung der Au-

### Abb. 38

Abb. 38/1-4: *Genyonemus calvertensis* n. sp.

1a-e: adulte linke Sagitta Nr. 387(P15), Paratypus, a: Innenseite, b: ostial, c: caudal, d: dorsal, e: ventral; 2a-c: rechte subadulte Sagitta Nr. 340(P15), Holotypus, a: ostial, b: Innenseite, c: dorsal; 3: adulte linke Sagitta Nr. 338(P15), Paratypus, Innenseite; 4a-b: adulte rechte Sagitta Nr. 339(P15), Paratypus, a: Innenseite, b: dorsal; Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland (Aguasco).

Abb. 38/5-6: "genus aff. *Genyonemus*" *pertenuis* n. sp.

5a-c: linke Sagitta Nr. 636(P15), Holotypus, a: Innenseite, b: ventral; 6a-b: rechte Sagitta Nr. 637(P15), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland (Aguasco).

Abb. 38/7-9: *Menticirrhus* sp.

7a-d: rechte Sagitta Nr. 691(P14), a: Innenseite, b: Außenseite, c: dorsal, d: ventral; 8a-c: rechte Sagitta Nr. 66(P14), a: Innenseite, b: dorsal, c: Außenseite; 9a-b: Fragment einer linken Sagitta, Nr. 692(P14), a: Innenseite, b: Außenseite; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Abb. 38/10-11: *Menticirrhus* aff. *littoralis* (HOLBROOK, 1855)

10a-c: rechte Sagitta Nr. 689(P14), a: Innenseite, b: dorsal, c: ventral; 11: linke Sagitta Nr. 690(P14); St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Abb. 38/12-18: *Ctenosciaena inframiocaenica* n. sp.

12a-b: adulte rechte Sagitta Nr. 666(P49), Holotypus, a: Innenseite, b: ventral; 13: adulte rechte Sagitta Nr. 240(P49), Paratypus, Innenseite; 14: adulte rechte Sagitta Nr. 241(P49), Paratypus, Innenseite; 15a-c: adulte rechte Sagitta Nr. 239(P49), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral, c: dorsal; 16a-b: adulte linke Sagitta Nr. 667(P49), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 17: adulte linke Sagitta Nr. 242(P49), Paratypus, Innenseite; 18a-b: subadulte linke Sagitta Nr. 668(P49), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (Silverdale).

Abb. 38/19-21: "genus aff. *Pachypops*" *silverdalensis* n. sp.

19a-b: subadulte rechte Sagitta Nr. 357(P49), a: Innenseite, b: ventral; 20: subadulte rechte Sagitta Nr. 352(P49), Innenseite; 21: adulte rechte Sagitta Nr. 358(P49), Innenseite; Paratypen; Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (Silverdale).

### Fig. 38

Fig. 38/1-4: *Genyonemus calvertensis* n. sp.

1a-e: adult left sagitta No. 387(P15), paratype, a: inner face, b: ostial, c: caudal, d: dorsal, e: ventral; 2a-c: right subadult sagitta No. 340(P15), holotype, a: ostial, b: inner face, c: dorsal; 3: adult left sagitta No. 338(P15), paratype, inner face; 4a-b: adult right sagitta No. 339(P15), paratype, a: inner face, b: dorsal; Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland (Aguasco).

Fig. 38/5-6: "genus aff. *Genyonemus*" *pertenuis* n. sp.

5a-c: left sagitta No. 636(P15), holotype, a: inner face, b: ventral; 6a-b: right sagitta No. 637(P15), paratype, a: inner face, b: ventral; Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland (Aguasco).

Fig. 38/7-9: *Menticirrhus* sp.

7a-d: right sagitta No. 691(P14), a: inner face, b: outer face, c: dorsal, d: ventral; 8a-c: right sagitta No. 66(P14), a: inner face, b: dorsal, c: outer face; 9a-b: fragment of a left sagitta, No. 692(P14), a: inner face, b: outer face; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 38/10-11: *Menticirrhus* aff. *littoralis* (HOLBROOK, 1855)

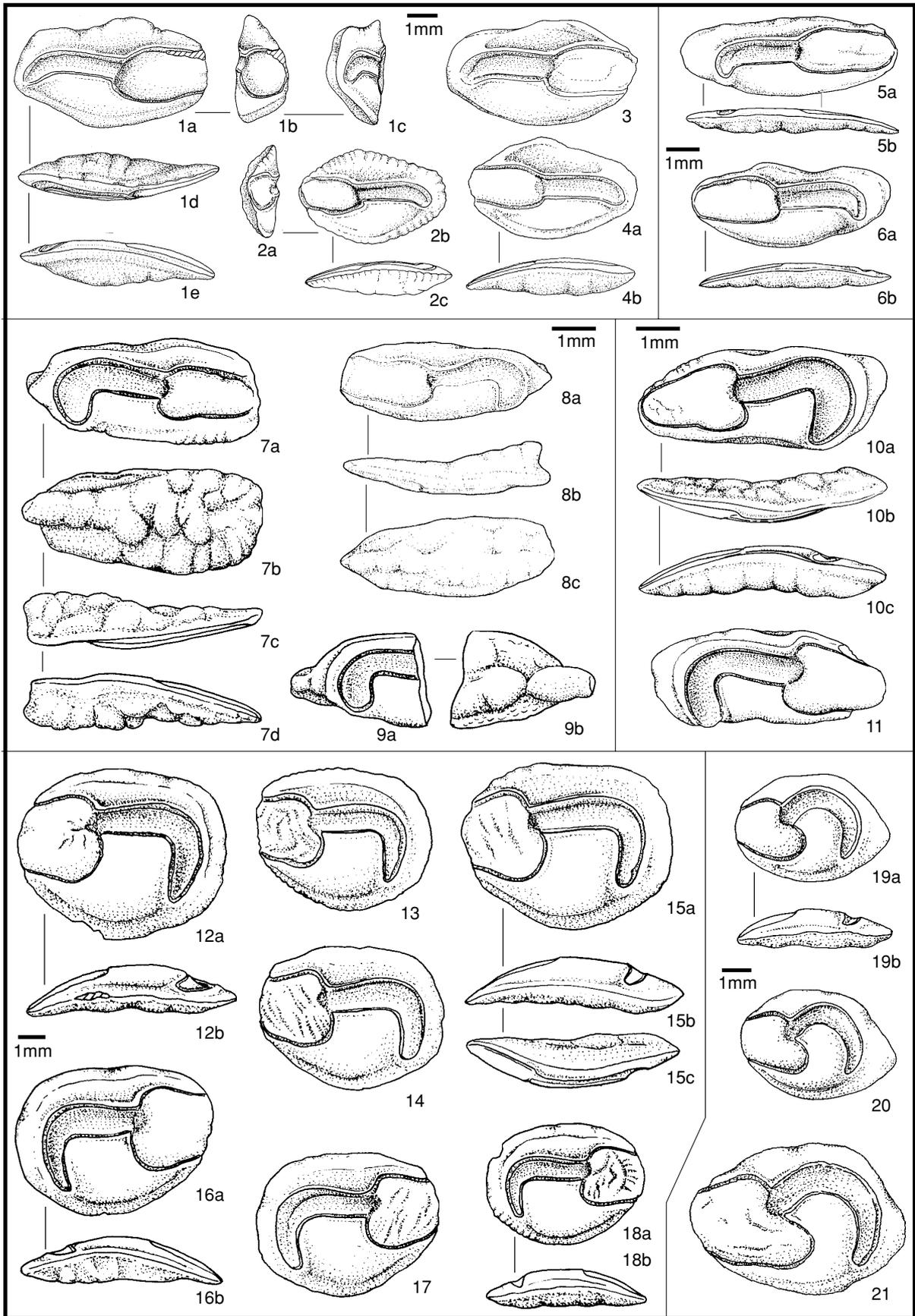
10a-c: right sagitta No. 689(P14), a: inner face, b: dorsal, c: ventral; 11: left sagitta No. 690(P14); St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 38/12-18: *Ctenosciaena inframiocaenica* n. sp.

12a-b: adult right sagitta No. 666(P49), holotype, a: inner face, b: ventral; 13: adult right sagitta No. 240(P49), paratype, inner face; 14: adult right sagitta No. 241(P49), paratype, inner face; 15a-c: adult right sagitta No. 239(P49), paratype, a: inner face, b: ventral, c: dorsal; 16a-b: adult left sagitta No. 667(P49), paratype, a: inner face, b: ventral; 17: adult left sagitta No. 242(P49), paratype, inner face; 18a-b: subadult left sagitta No. 668(P49), paratype, a: inner face, b: ventral; Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (Silverdale).

Fig. 38/19-21: "genus aff. *Pachypops*" *silverdalensis* n. sp.

19a-b: subadult right sagitta No. 357(P49), a: inner face, b: ventral; 20: subadult right sagitta No. 352(P49), inner face; 21: adult right sagitta No. 358(P49), inner face; Paratypen; Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (Silverdale).



ßenseite ist durch einige Querfurchen gegliedert und mündet vorn in einer Ansammlung rundlicher Knoten. Darunter laufen einige flache, kurze Wülste zum Ventralrand und führen hier zu einer leichten Wellung. Unter- und oberhalb des Flügels ist die Außenseite sehr flach.

Der Dorsalrand verläuft schwach konvex, etwas gewellt und etwa horizontal. Er endet hinten an einem stumpfen Postdorsaleck, von wo aus der Hinterrand schräg zum spitz ausgezogenen Caudalende abfällt. Die Verhältnisse kehren spiegelbildlich wieder am hinteren Ventralrand, so daß das Caudalende einen gleichmäßig dreieckigen Umriß erhält. Der Ventralrand selbst erstreckt sich im schwach konvexen Bogen nach vorn und erreicht seinen tiefsten Punkt deutlich vor der Mitte. Der etwas korrodierte Vorderrand ist schräg abgestutzt.

Der Sulcus teilt sich in ein schmales, ventral nur wenig stärker als dorsal erweitertes Ostium und eine umfangreiche, weite und flache Cauda. Vom Collum her steigt die Cauda zunächst leicht nach hinten und erweitert sich noch etwas. Sie biegt dann mit dem kürzeren Hinterende scharf nach unten ab und endet etwas vor dem Ventralrand. Das schmale Ostium ist nur wenig kürzer als die Cauda. Sein Dorsalrand verläuft etwa parallel zum Ventralrand, wobei letzterer etwas hinter der Mitte leicht eingedellt ist. Der Ostialrand ist wegen Korrosion nicht mehr exakt verfolgbar. Über dem Sulcus erstreckt sich eine niedrige, glatte und ventral etwas vertiefte Area, vom schmalen Randbereich durch eine feine Linie getrennt. Unter dem Sulcus begrenzt eine verschwommene, randnahe Ventrallinie das ebenfalls glatte Ventralfeld vom Randsaum.

**Ontogenie und Variabilität:** Die vorhandenen Otolithen repräsentieren durchweg ein Wachstumsstadium, so daß Aussagen über die Ontogenie nicht möglich sind. Nach den wenigen Otolithen zu urteilen, ist jedoch eine gewisse Variabilität feststellbar. Der zweite annähernd komplette Otolith (Abb. 38/8) zeigt einen etwas stärker geschwungene Sulcus und die Cauda ist etwas enger. Das Ostium erreicht ziemlich genau die halbe Länge des Sulcus und ist noch etwas schmaler. Beim Fragment Nr. 692 (Abb. 138/9 ist das Caudalende sehr stark ausgezogen und die flügelartige Verbreiterung der Außenseite besteht aus einzelnen starken Knoten.

**Diskussion:** Die Gattung *Menticirrhus* wird heute von vielen Ichthyologen in drei Subgenera unterteilt: *Menticirrhus* s. str., *Cirrimens* und *Umbrula*. Von sämtlichen validen Arten konnten Otolithen beschafft werden. Die Otolithen von *Menticirrhus* (*Cirrimens*) *ophiocephalus* sind extrem lang, schmal und sehr dünn. Deren Sulcusp Morphologie weicht stärker von dem der beiden anderen Subgenera ab. *Cirrimens* scheidet damit als Option zur Bestimmung aus. Die Otolithen von *M. (Umbrula)* [*M. (U.) elongatus* und *M. (U.) littoralis*] sind gedrungener und zeichnen sich u.a. durch ein kürzeres Ostium aus. Die Otolithen von *Menticirrhus* s.

str. dagegen entsprechen in den generellen morphologischen Merkmalen voll den fossilen, so daß diese zweifelsfrei hierher gehören. Allerdings konnte an den Otolithen keiner der rezenten Arten die flügelartige Verbreiterung der hinteren Außenseite beobachtet werden. Bei allen adulten Otolithen der rezenten Arten liegt das spitz ausgezogene Caudalende stark supramedian, nur bei den juvenilen Otolithen von *M. (M.) americanus* (Southern Kingfish) liegt es median wie bei den fossilen Otolithen. Da von den anderen Arten keine juvenilen Otolithen zur Verfügung stehen, kann nicht entschieden werden, ob dies ein allgemein anzutreffendes Merkmal frühontogenetischer Stadien ist oder nicht. Damit ist die artliche Bestimmung der fossilen Otolithen nicht sicher möglich. Da der Flügel der Außenseite allen rezenten Otolithen fehlt, handelt es sich offenbar um eine fossile Art, die aber mit dem Material nicht sicher zu definieren ist. Sehr ähnlich sind übrigens auch die Otolithen der *Paralonchurus*-Arten, die teilweise vergleichbare Erhebungen auf dem hinteren Teil der Außenseite besitzen. Allerdings weicht hier die Sulcusp Morphologie stärker ab. Das Hinterende der Cauda ist kräftiger gebogen, das Ostium verjüngt sich stark nach vorn und zeigt eine mehr oder weniger deutlich abgerundete, schief dreieckige Form. Das stark verjüngte Vorderende des Ostiums ist dabei nach vorn-unten gerichtet.

**Vorkommen:** St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland.

### Tribus Ctenosciaenini Sasaki, 1989

Genus *Ctenosciaena* FOWLER & BEAN, 1923

Typus-Art: *Sciaena (Ctenosciaena) dubia* FOWLER & BEAN, 1923

### *Ctenosciaena inframiocaenica* n. sp.

Abb. 38/12-18

**Holotypus:** Rechte Sagitta Nr. 666(P49), Abb. 38/12.

**Parotypen:** Otolithen Nr. 239-242(P49), 667-668(P49), Abb. 38/13-18, alles Probe P49 Silverdale.

**Locus typicus:** North Carolina, Onslow County, Mergelgrube Silverdale am White Oak River (loc. 31).

**Stratum typicum:** Untermiozän (Aquitanium), Belgrade Formation, Haywood Landing Member.

**Derivatio nominis:** nach dem Vorkommen in der untermiozänen Belgrade Formation.

**Diagnose:** Otolithen gedrunge oval, wenig länger als hoch und relativ dünn. Außenseite in horizontaler Richtung plan bis schwach konkav, Innenseite stärker konvex. In vertikaler Richtung beide Seiten etwa gleich konvex. Sulcus mit kurzem und mäßig erweitertem Ostium und langer, enger Cauda. Hinterer Teil der Cauda (1/3-1/2 der Länge) etwa rechtwinklig abwärts gebogen.

**Material:** 48 Otolithen: P49(40), P51(5), P52(1), P562).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
668(P49)	5,0	4,1	1,2	1,22	4,17	Paratypus
667(P49)	6,5	4,9	1,4	1,33	4,64	Paratypus
666(P49)	6,8	5,7	1,5	1,19	4,53	Holotypus
239(P49)	6,9	5,6	1,6	1,23	4,31	Paratypus

**Beschreibung:** Zur Gattung *Ctenosciaena* werden Otolithen aus dem tiefsten Miozän von North Carolina gestellt. Die Otolithen sind im Verhältnis zur Größe relativ dünn und besitzen einen gedrungen ovalen Umriß. Sie sind in horizontaler Richtung gebogen, mit schwach konkaver Außenseite und konvexer Innenseite. In vertikaler Richtung sind beide Seiten schwach konvex. Die Außenseite trägt eine verschwommene Skulptur aus flachen, irregulären Furchen und Wülsten, die von den Rändern nach innen ziehen. Bei den größten Otolithen glättet diese Skulptur teilweise völlig aus.

Der Dorsalrand verläuft leicht konvex bis etwa gerade und ist annähernd horizontal ausgerichtet. Das Prädorsaleck kann entweder stumpf angedeutet sein oder auch völlig fehlen. Den Übergang zum Hinterrand vermittelt eine mehr oder weniger ausgeprägte, gerundete Ecke. Von hier aus fällt der Hinterrand steil nach unten ab, bei leicht konvexer Biegung. Der relativ kurze, konvexe Vorderrand fällt weitgehend mit dem Vorderrand des Ostium zusammen. Zwischen Vorder- und Hinterrand bildet der Ventralrand einen stärker konvexen Bogen. Seine Schwerpunkt liegt etwa median. Von hier aus steigt er nach vorn stärker an als nach hinten, was zu einem etwas asymmetrischen Eindruck führt. Sämtliche Ränder sind bei adulten Otolithen glatt.

Der Sulcus ist in ein für Sciaenidae auffällig kurzes, nur mäßig erweitertes Ostium und eine lange und relativ enge Cauda unterteilt. Das Ostium ist ventral stärker erweitert als dorsal, aber nur wenig nach hinten ausgebogen. Der Ventralrand steigt zum Ostialrand deutlich an, der Dorsalrand fällt in die gleiche Richtung ab. Auf diese Weise verengt sich das Ostium nach vorn. Die Cauda ist zunächst ein langes Stück nach hinten gerichtet, wobei der Ventralrand annähernd horizontal liegt, während der Dorsalrand leicht nach hinten ansteigt. So erweitert sich die Cauda von der engsten Stelle am Collum nach hinten etwas und insgesamt entsteht durch den leicht ansteigenden Dorsalrand der Eindruck einer gewissen Schrägstellung der Cauda. Hinten biegt die Cauda scharf, fast rechtwinklig, nach unten ab. Sie verzüngt sich nach unten und endet kurz vor dem hinteren Ventralrand der Otolithen. Nicht selten ist sie noch etwas hakenartig nach vorn gekrümmt. Ein dünnes, glattes Colliculum bedeckt den Boden der recht tiefen Cauda. Das ostiale Colliculum ist wesentlich dicker und füllt das Ostium völlig aus. Sehr häufig finden sich auf der Oberfläche des ostialen Colliculums mehr oder weniger deutliche, irreguläre und meist schräg gestellte Furchen. Die Grenze zwischen ostialem und caudalem Colliculum bildet ein stark bogenartig nach vorn gerichteter Einschnitt

am Collum.

Eine mäßig randnahe Ventrallinie trennt den ventralen Randsaum vom Ventralfeld. Das Ventralfeld ist breit und hoch, dabei schwach gewölbt und glatt. Über dem Sulcus erstreckt sich eine niedrige, glatte Area. Eine feine, häufig undeutliche Linie begrenzt sie gegen den Randbereich. Die Area zieht hinten mit der Cauda nach unten. Hier wird sie sehr schmal, wesentlich schmaler als der Randsaum zum Hinterrand.

**Ontogenie und Variabilität:** juvenile Otolithen besitzen einen gleichmäßig ovalen Umriß, verbunden mit einer Kerbung der Ränder. Die Jungenskulptur glättet sehr schnell aus. Gleichzeitig nimmt der Dorsalrand einen immer geraderen Verlauf an, was in Verbindung mit dem sich deutlicher herausbildenden Postdorsaleck zu einem etwas eckigeren Umriß der Adulti führt. Die Variabilität der Adulti ist außerordentlich gering und betrifft vor allem leichte Schwankungen im Verhältnis des horizontalen und des abwärts gebogenen Abschnittes der Cauda.

**Diskussion:** Die Otolithen der rezenten Art *Ctenosciaena gracilicirrhus* (METZELAAR, 1919) sind deutlich dicker, bei ähnlichem Umriß. Weitere merkliche Unterschiede sind im Bau des Sulcus zu verzeichnen: Das Ostium verzüngt sich durch den schrägen Abfall des Dorsalrandes stärker nach vorn als bei den fossilen Otolithen. Die Cauda ist bei *C. gracilicirrhus* weiter, ihr Hinterende reicht bis unmittelbar an den Ventralrand der Otolithen. Die Ventrallinie verläuft bei der rezenten Art extrem randnah. Ähnlicher sind die von NOLF (1976) als *C. aff. gracilicirrhus* beschriebenen Otolithen aus dem tieferen Miozän von Trinidad. Diese Otolithen sind gedrungener und rundlicher als die Otolithen der rezenten Art und der hier behandelten fossilen Art. Das Hinterende der Cauda reicht bei ihnen nicht so weit an den Ventralrand. Letzteres Merkmal teilen sie mit den hier beschriebenen Otolithen. Ein wichtiger Unterschied zwischen den beiden fossilen Taxa ist das sehr kurze horizontale Stück der Cauda bei *C. aff. gracilicirrhus*, der abwärts gebogene Abschnitt ist wesentlich länger. Die fossilen Otolithen von Trinidad gehören weder zu *C. gracilicirrhus* noch zur hier beschriebenen Art und müssen neu benannt werden.

Die Gattung *Ctenosciaena* als hochtropische Gruppe unter den westatlantischen Sciaenidae kommt heute mit einigen Arten in der karibischen Region und an den Küsten Südamerikas vor. Fossile Otolithen dieser Gattung können in diesem Sinne als gute Indikatoren für Paläoklima-Analysen verwendet werden.

**Vorkommen:** Belgrade Formation (Haywood Landing Member), North Carolina (Silverdale, Haywood Landing am White Oak River).

### Tribus Equetini S ASAKI, 1989

Genus *Equetus* RAFINESQUE, 1815

Typus-Art: *Eques americanus* BLOCH, 1793

***Equetus aff. umbrosus* JORDAN & EIGENMANN**

1983 *Equetus cf. umbrosus*, - FITCH & LAVENBERG: 522, Fig. 3D.

**Diskussion:** Von FITCH & LAVENBERG wurden *Equetus*-Otolithen mit Vorbehalt der rezenten Art *E. umbrosus* zugeordnet. Dabei betonen die Autoren, daß von den vier rezenten, westatlantischen *Equetus*-Arten die Otolithen von *E. punctatus* nicht zum Vergleich zur Verfügung standen. Die Abbildung in FITCH & LAVENBERG ist nicht sicher interpretierbar, so daß die Bestimmung nicht weiter kommentiert werden kann. Eigenes Material steht nicht zur Verfügung.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

**Subfamilia Pachyurinae S ASAKI, 1989**

Genus *Pachypops* GILL, 1861

Typus-Art: *Micropogon trifilis* MÜLLER & TROSCHEL, 1848

**"genus aff. *Pachypops* s" *silverdalensis* n. sp.**

Abb. 38/19-21, Abb. 39/1-5

Holotypus: Nr. 355(P49), Abb. 39/3.

Paratypen: Alle in Abb. 38 und 39 neben dem Holotypus abgebildeten Exemplare.

Locus typicus: North Carolina, Onslow County, Mergelgrube Silverdale am White Oak River (loc. 31).

Stratum typicum: Untermiozän (Aquitanium), Belgrade Formation, Haywood Landing Member.

Derivatio nominis: Nach dem Ort Silverdale, Locus typicus für die Art.

**Diagnose:** Eine fossile Art mit mittelgroßen, gedrungenen und wenig massiven Otolithen. Umriß oval, ostial gerundet, caudal zugespitzt, spitzes Caudalende in-framedian. Außenseite in horizontaler Richtung eben, in vertikaler Richtung flach konvex. Innenseite in beiden Richtungen flach konvex. Sulcus sehr diagonal zur Otolithenachse gestellt, mit kurzem, kräftig erweitertem Ostium und nahezu halbkreisförmig gebogener, relativ enger Cauda.

Material: 120 Otolithen: P49(83), P51(12), P52(25).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
355(P49)	7,7	5,4	1,95	1,43	3,45	Holotypus
357(P49)	5,1	3,5	1,3	1,46	3,92	Paratypus
358(P49)	7,1	4,9	2,1	1,45	3,38	Paratypus

**Beschreibung:** Die adulten Otolithen sind gedrungen und mäßig dick, der OL/OH-Index liegt um 1,45 und der OL/OD-Index um 3,5-4. Die Otolithen sind in horizontaler und vertikaler Richtung schwach gebogen. Das Dickenwachstum gleicht die Biegung nach der Außenseite weitgehend aus, so daß die Außenseite höchstens nur sehr schwach konkav eingebogen ist. Häufiger ist sie annähernd eben, manchmal auch schwach konvex. Die Innenseite ist stärker konvex gewölbt, sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung. Caudal sind die Otolithen mehr oder weniger scharf zugespitzt. Der ostiale Rand dagegen ist besser gerundet. Der

Ventralrand verläuft im gleichmäßig konvexen Bogen zwischen der caudalen Ecke und dem Ostialrand. Hinter- und Dorsalrand bilden eine stumpfwinklige Ecke. Von hier aus fällt der Hinterrand schräg zur caudalen Ecke ab. In der Regel verläuft er dabei relativ geradlinig. Der Dorsalrand zieht sich in schwach konvexem Bogen von der postdorsalen Ecke schräg nach vorn-unten zum Ostialrand. Alle Ränder sind bei adulten Otolithen glatt bis flach gewellt, bei juvenilen Exemplaren können sie mehr oder weniger stark gekerbt sein. Die Skulptur der Außenseite beschränkt sich bei adulten Otolithen auf einige flache, irregulär-ver-schwommene und überwiegend etwa vertikal verlaufende Wülste und Furchen.

Der Sulcus liegt schräg zur Otolithen-Achse. Er ist in ein relativ kurzes, aber stark erweitertes Ostium und eine relativ enge und lange Cauda unterteilt. Die Cauda ist stark gekrümmt und führt im halbkreisförmigen Bogen vom Ostium bis dicht zum hinteren Ventralrand. Das Hinterende der Cauda und der Ventralrand des Ostiums liegen dann etwa auf einer horizontalen Linie. Der kurze Dorsalrand des Ostiums verläuft ziemlich gerade vom Ostialrand nach hinten und biegt dann scharf zum Collum ab. Ventral ist das Ostium wesentlich stärker erweitert und unterhalb des Collums deutlich nach hinten-ventral ausgebuchtet. Manchmal ist der Ventralrand des Ostiums bei adulten Otolithen etwas hinter der Mitte leicht eingebuchtet. Das caudale Colliculum ist sehr flach und bedeckt nur den Boden der Cauda. Das dickere ostiale Colliculum füllt das Ostium völlig aus und ist nicht selten auf seiner Oberfläche durch flache, irreguläre Furchen mehr oder weniger deutlich gegliedert. Das ostiale und das caudale Colliculum sind am Collum durch eine bogenförmig nach vorn gerichtete Vertiefung getrennt.

**Variabilität und Ontogenie:** Juvenile Otolithen sind etwas gestreckter als adulte. Mit fortschreitendem Wachstum nimmt das Höhenwachstum stärker zu als das Längenwachstum, so daß die Otolithen relativ zur Gesamtlänge immer gedrungenere und höher werden. Veränderungen zeichnen sich auch in der Sulcus-Morphologie ab. Die Ausbiegung des Ostiums in posteroventraler Richtung nimmt während des Wachstums zu, so daß sich der Zwischenraum des Ventralfeldes zwischen Ostium und Hinterende der Cauda immer mehr einengt. Die Skulptur der Außenseite und der Ränder ist ebenfalls Veränderungen unterworfen. Während frühjuvenile Otolithen noch eine deutliche Skulptur der Außenseite zeigen (Höcker und Furchen), glättet diese während des Wachstums aus.

**Diskussion:** Die *silverdalensis*-Otolithen stellen innerhalb der bis jetzt bekannten rezenten und fossilen Sciaenidae-Otolithen einen sehr speziellen Typus dar und lassen sich keiner anderen fossil bekannten Gattung direkt zuordnen. Sie repräsentieren sicher eine erloschene Gruppe (Gattung?). Die Sulcusmorphologie (der diagonal ge-

stellte Sulcus) und die Gesamtform der Otolithen weisen jedoch bemerkenswerte Bezüge zu Otolithen der rezenten tropischen (karibischen) Gattung *Pachypops* auf und können in deren Nähe gestellt werden.

Vorkommen: Belgrade Formation (Haywood Landing Member), North Carolina (White Oak River-Sektion).

Genus *Pachyrurus* AGASSIZ, 1831

Typus-Art: *Pachyrurus squamipennis* AGASSIZ, 1831

**"genus aff. *Pachyrurus*" atavus n. sp.**

Abb. 39/6-10

Holotypus: Nr. 333(P15), Abb. 39/9.

Paratypen: Nr. 334-337(P15), Abb. 39/6-8,10.

Locus typicus: Maryland, Prince Georges County, Bacheinschnitt südlich Aquasco (loc. 10).

Stratum typicum: Miozän, Calvert Formation, Plum Point Marl Member, Bed 10.

Derivatio nominis: lat. "atavus" = Vorfahr, bisher älteste bekannte Art der *jeanae*-Gruppe.

Diagnose: Otolithen klein, gestreckt (OL/OH-Index um 1,5-1,6), dünn und flach. Umriß langoval, ostial gerundet, caudal deutlich verlängert und verjüngt. Höchster Punkt des Dorsalrandes und Schwerpunkt des Ventralrandes vor der Mitte. Ostium kürzer als Cauda, oval, ventral nur wenig stärker als dorsal, vorn etwas verengt. Cauda ziemlich weit, hinten stark abgebogen und Hinterende hakenartig in anteroventrale Richtung gestellt.

Material: 19 Otolithen: P6(1), P15(18).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	
335(P15)	3,9	2,5	1,56	Paratypus
334(P15)	4,0	2,7	1,48	Paratypus
337(P15)	4,5	2,8	1,61	Paratypus
333(P15)	5,7	3,6	1,58	Holotypus

Beschreibung: Die Otolithen aus der Calvert Formation erinnern im Umriß sehr stark an die von "genus aff. *Pachyrurus*" *jeanae* aus dem Unterpliozän von North Carolina. Sie sind ähnlich gestreckt und caudal verjüngt. Der horizontale Abschnitt der Cauda ist jedoch durchschnittlich etwas kürzer als bei den pliozänen Otolithen von *jeanae*, jedoch nicht so kurz wie bei *breviformus*.

Diskussion: Siehe unter "genus aff. *Pachyrurus*" *jeanae* n. sp.

Vorkommen: Miozän (Calvert Formation, Plum Point Marl Member, Bed 10), Maryland.

**"genus aff. *Pachyrurus*" breviformus n. sp.**

Abb. 39/21, Abb. 40/1-3

Holotypus: Exemplar Nr. 635(P14), Abb. 40/1.

Paratypen: Alle in Abb. 39 und 40 neben dem Holotypus abgebildeten Exemplare.

Locus typicus: Maryland, Calvert County, Driftwood Beach am Chesapeake Ranch Club, Solomons (loc. 9).

Stratum typicum: Höchstes Mittelmiozän, St. Marys Formation, Little Cove Point Member, Hauptschillbank.

Derivatio nominis: abgeleitet von lat. "brevis" = kurz und "forma" = Form, nach den kurzen und gedrun-genen Otolithen.

Diagnose: Otolithen gedrungen und mäßig dick, L/H-Index um 1,25, L/D-Index um 3-3,3. Das Ostium erreicht um 30-38% der Gesamtlänge der Otolithen und ist ventral stärker erweitert. Cauda hinten sehr stark umgebogen. Ihr Hinterende reicht weit nach vorn und liegt auf einer Höhe mit dem Hinterrand des Ostiums. Ventralfeld zwischen Cauda und Hinterende des Ostiums recht schmal.

Material: 48 Otolithen.

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
388(P12)	4,1	3,1	1,2	1,32	3,42	Paratypus
635(P14)	3,9	2,9	1,0	1,34	3,9	Holotypus

Beschreibung: Als Holotypus dient ein subadulter, perfekt erhaltener Otolith aus der St. Marys Formation von Maryland. Der Otolith ist relativ massiv, etwas länger als hoch und besitzt einen ovalen, durch das verjüngte Hinterende fast eiförmigen Umriß. Er ist in horizontaler Richtung leicht gebogen, aber durch die dicke Außenseite bikonvex, ebenso in vertikaler Richtung. Die maximale Dicke der Außenseite liegt etwas hinter der Mitte. Auf der Außenseite ist eine relativ kräftige Skulptur entwickelt. Im Zentrum liegen einige flache, irreguläre Tuberkeln, während die Randbereiche von radial gestellten, flachen Furchen und Wülsten überzogen sind. Diese Skulptur führt auch zur Kerbung der Ränder.

Der Dorsalrand bildet kurz vor der Mitte ein stumpfes Prädorsaleck, von wo aus er schräg nach vorn und hinten abfällt. Er geht hinten in den kurzen, vertikal orientierten und schwach konvexen Hinterrand über. Am stärker konvexen Ventralrand ist der Schwerpunkt deutlich nach vorn verschoben. Der Ventralrand setzt sich fließend in den breit gerundeten Vorderrand fort.

Der Sulcus ist in ein kurzes Ostium und eine umfangreiche, mäßig weite und tiefe Cauda unterteilt. Am Collum erweitert sich das Ostium ventral wesentlich stärker als dorsal. Nach der ventralen Ausbiegung am Collum verläuft der Ventralrand des Ostiums etwa horizontal nach vorn, während der Dorsalrand leicht schräg abfällt. Das Ostium mündet nicht in der gesamten Höhe am Vorderrand, sondern nur mit einem kurzen anterodorsalen Zipfel (Kanal). Vom Collum her verläuft die Cauda zunächst ein kurzes Stück horizontal nach hinten und biegt dann scharf hakenförmig nach unten ab und wieder schräg nach vorn um. Dieser Abschnitt ist wesentlich länger als der horizontale. Das Hinterende der Cauda verjüngt sich deutlich und endet etwas über der Mitte des Ventralrandes. Am Collum trennt eine konvex nach vorn gebogene Furche das dickere ostiale Colliculum vom sehr flachen caudalen Colliculum. Die Ventrallinie verläuft sehr randnah und setzt am Hinterende der Cauda an. So wird der Ventralbereich unter dem Sulcus fast völlig vom leicht gewölbten und glatten Ventralfeld eingenommen. Die Area über dem Sulcus ist nur unscharf begrenzt.

Ontogenie und Variabilität: Juvenile Otolithen liegen nicht vor. Die Skulptur des subadulten Holotypus läßt auf eine starke Skulptur der

juvenilen Otolithen schließen. Bei dem am Vorder- rand beschädigten Adultus Nr. 634 (Abb. 39/21) aus der St. Marys Formation ist die Skulptur schon weitgehend erloschen. Nr. 388 (Abb. 40/2) ist leicht, Nr. 389 stärker erodiert. Die Otolithen aus dem Miozän von North Carolina sind massiver als die miozänen und besitzen eine mehr oder weniger deutliche knotenartige Ausbuchtung am Ventral- rand, sehr deutlich bei den großen Adulti, die von FITCH & LAVENBERG abgebildet wurden. Im Umriß und Proportionen des Sulcus entsprechen sie weit- gehend den miozänen Otolithen und können unter Vorbehalt zur gleichen Art gestellt werden. Für eine Trennung auf Artebene reichen die Unterschiede zwischen den älteren und jüngeren Populationen wohl nicht aus.

**Diskussion:** Siehe unter "genus aff. *Pachy- urus*" *jeanae* n. sp.

**Vorkommen:** St. Marys Formation, Mary- land; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina.

### "genus aff. *Pachyurus*" aff. *breviformis*

Abb. 40/4-5

.1983 Sciaenid species A., FITCH & LAVENBERG: 523, Fig. 3H, I.

**Material:** 6 Otolithen: P12(2) und P14(4).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
331(P57)	5,8	4,7	--	1,23	--
330(P57)	11,7	9,3	3,8	1,26	3,08

**Beschreibung:** Die Otolithen sind außerordentlich massiv, groß, sehr hoch und gedungen (siehe Indices). Die größte Höhe ist weit nach vorn verschoben und der Vorderrand breit gerundet, während die Otolithen sich nach hinten stark verjüngen und in einem niedrigen, stärker konvexen Hinterrand enden. Der Ventralrand verläuft stark konvex und durch den weit nach vorn verschobenen Schwerpunkt sehr asymmetrisch. Der hintere Teil des Ventralrandes steigt schräg zum Hinter- rand an und verläuft dabei sehr gerade. Der kurze, stärker konvexe vordere Teil geht fließend in den Vorderrand über. Beide Teile treffen sich im Schwerpunkt, welcher durch einen meist gut ent- wickelten Sporn oder Knoten markiert ist. Am schwach konvexen Dorsalrand befindet sich ein stumpfes, weit nach vorn gerücktes Prädorsaleck.

In Längsrichtung sind die Otolithen leicht gebogen, wobei das starke Dickenwachstum die Bie- gung ausgleicht und zu einer konvexen Außenseite führt. Die Biegung hat als Drehpunkt den Bereich Hinterende des Ostiums, von hier aus laufen die Otolithen (deutlich in Ventralansicht) spitz zum Vorderrand zu. Die hintere Hälfte dagegen ist dick und die Außenseite fällt relativ steil zum Hinter- rand ab. Auf der Außenseite sind flache Unebenhei- ten zu erkennen, teilweise sind auch noch Reste der tuberkulösen Jugendskulptur erhalten.

Der extrem supramedian liegende Sulcus teilt

sich in ein kurzes, rundliches bis subquadratisches Ostium und eine sehr lange, mäßig enge und tiefe Cauda. Die Cauda verläuft nur ein kurzes Stück horizontal und biegt dann sehr scharf hakenförmig in anteroventrale Richtung um. Ihr Hinterende reicht teilweise bis unter das Ostium und endet dicht am Ventralrand.

**Diskussion:** Siehe unter "genus aff. *Pachy- urus*" *jeanae* n. sp.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rush- mere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

### "genus aff. *Pachyurus*" *jeanae* n. sp.

Abb. 39/11-20

**Holotypus:** Nr. 326(P57), Abb. 39/17.

**Paratypen:** Alle in Abb. 39 neben dem Holotypus abgebildeten Exemplare.

**Locus typicus:** North Carolina, Aurora, Beaufort County, Lee Creek Mine (loc. 28).

**Stratum typicum:** Yorktown Formation, Rushmere Member (Probe P57), Unterpliozän.

**Derivatio nominis:** Zu Ehren von Mrs. Jean Hooper, Solomons (Maryland).

**Diagnose:** Otolithen recht gestreckt, nach hinten stark verjüngt, deutlich länger als hoch (L/H-Index adul- ter Otolithen zwischen etwa 1,4 und 1,6), im Verhältnis zur Länge relativ dünn. Ostium kurz, es erreicht etwa 30 bis maximal 40% der Otolithenlänge. Ostium weiterhin auch relativ wenig erweitert.

**Material:** 26 Otolithen, P57(25), P20(1).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
324(P57)	5,4	3,4	1,0	1,59	5,4	Paratypus
327(P57)	6,3	4,5	1,7	1,4	3,71	Paratypus
328(P57)	7,4	5,0	2,2	1,48	3,36	Paratypus
326(P57)	7,5	4,7	1,6	1,6	4,69	Holotypus

**Beschreibung:** Der Holotypus ist relativ dünn und besitzt einen etwa faustkeilartigen Umriß, mit der größten Höhe deutlich vor der Mitte und starker Verjüngung in caudaler Richtung. In Längsrichtung zeigt der Otolith die Anlage einer Biegung (gut zu erkennen im Verlauf des Ventral- randes in der Ventralansicht). Diese Biegung wird durch das Dickenwachstum kompensiert, weshalb die Außenseite letztlich schwach konvex erscheint. Die Innenseite ist schon durch die Anlage der Bie- gung stärker konvex gewölbt.

Am Dorsalrand befindet sich eine stumpfe prä- dorsale Ecke, von der aus der Dorsalrand leicht schräg nach vorn und hinten abfällt, bei etwa geradem Verlauf. Caudal geht der Dorsalrand ohne deutliche Eckenbildung in den kurzen, stark konvex gebogenen Hinterrand über. Die stärkste Bie- gung des Ventralrandes (Schwerpunkt) liegt weit vor der Mitte. Von hier aus steigt der Ventralrand, bei recht geradem Verlauf, schräg nach hinten zum Caudalende an. Der kürzere vordere Teil des Ven- tralrandes steigt im konvexen Bogen schnell zum Ostialrand an. Der Ostialrand selbst schließlich bil- det einen kurzen, nur mäßig konvexen Bogen. Der mittlere Teil des Dorsal- und der vordere Teil des Ventralrandes sind schwach gewellt, sonst sind die

Ränder glatt. Die Skulptur der Außenseite besteht aus einigen flachen, zentralen Erhebungen, sowie aus kurzen randlichen, undeutlich-verschwommenen Furchen und Wülsten, die mit der Skulptur der Ränder korrespondieren.

Auf der Innenseite erstreckt sich der umfangreiche Sulcus in supramedianer Position. Das Ostium ist kurz und erreicht nur knapp 33% der Otolithenlänge. Es ist gegen die Cauda etwas schräg nach unten abgewinkelt und nur mäßig erweitert, ventral stärker als dorsal. Eine Ausbuchtung in posteroventraler Richtung, hinter die Position des Collums, ist nur schwach ausgeprägt. Am Collum reicht die Cauda mit einem bogenförmigen Ausschnitt etwas in das Ostium hinein. von hier aus verläuft sie zunächst horizontal nach hinten und biegt hier scharf hakenartig um, wobei sich das Ende der Cauda verjüngt und in anteroventrale Richtung weist. Es liegt sehr dicht am Ventralrand. Der Boden der Cauda wird von einem dünnen, flachen Colliculum ausgefüllt. Das ostiale Colliculum ist dicker und nimmt das gesamte Ostium ein.

Über dem Sulcus erstreckt sich ein langes, schmales Dorsalfeld, vom Sulcus getrennt durch eine schwache Crista superior. Vom Rand ist das Dorsalfeld durch eine mehr oder weniger deutliche Linie abgesetzt. Es zieht caudal mit um den Sulcus herum. Bei gut erhaltenen Otolithen ist das Dorsalfeld häufig dunkler gefärbt als die übrige Oberfläche. Den Raum unter dem sulcus nimmt die glatte, gewölbte Ventralfläche ein, die durch eine sehr randnahe Ventrallinie vom extrem schmalen ventralen Randsaum abgegrenzt ist.

**Ontogenie und Variabilität:** Von dieser Art stehen Otolithen aller Wachstumsstadien zur Verfügung, so daß die Morphogenese gut verfolgt werden kann. Frühjuvenile Otolithen besitzen einen recht gleichmäßig ovalen Umriss, mit meist stark gezackten Rändern. Der hintere Teil der Cauda ist noch nicht so stark gekrümmt wie bei größeren Otolithen. Mit zunehmendem Wachstum erlischt die Skulptur der Ränder und die caudale Verjüngung der Otolithen nimmt zu, gleichzeitig auch die Krümmung der Cauda. Bei mittelgroßen Otolithen sind schon alle morphologischen Merkmale in typischer Weise ausgebildet. Mit weiterem Wachstum strecken sich die Otolithen noch etwas und die caudale Verjüngung wird noch deutlicher. Die Skulptur der Ränder wird rudimentär oder verschwindet ganz.

In einigen Merkmalen ist eine recht beträchtliche Variabilität der Otolithen zu verzeichnen. So schwankt der L/H-Index zwischen 1,4 und 1,6, kann in Extremfällen auch noch etwas darunter oder darüber liegen. Auch die Länge des Ostiums in Relation zur Otolithenlänge schwankt deutlich zwischen 30-40% und liegt manchmal noch darunter. Die Dicke ist ebenfalls beträchtlichen Schwankungen unterworfen, wobei auffällt, daß die im Umriss gedrungenen Otolithen auch meist die dickeren sind. Wegen fließender Übergänge zwischen allen

Varianten ist jedoch eine weitere Aufspaltung der Art nicht anzuraten.

**Diskussion:** Die Gruppe beinhaltet ausschließlich fossile Arten und repräsentiert wohl eine fossile Gattung. Am nächsten unter Otolithen rezenter Gattungen kommen die von *Pachyurus* aus dem tropischen Westatlantik. Besonders die Form des Ostiums und der Otolithenumriß bei den gestreckteren fossilen Arten sind recht gut zu vergleichen.

Frühjuvenile Otolithen (von *atavus* und *jeanae* bekannt) sind regulärer oval und artlich schwer zu trennen. Sie nähern sich dem noch wenig differenzierten Muster frühjuveniler *Umbrina*-Otolithen an, was als Hinweis auf die Herkunft der Gattung verstanden werden kann. Daher wird die Gruppe in die Subfamilia Sciaeninae gestellt. Das Längenwachstum nimmt bei den Otolithen von *jeanae* und *atavus* während des weiteren Wachstums deutlich zu (bei *jeanae* am extremsten), während sich bei *breviformis* die Proportionen nur wenig verändern. Allein schon die unterschiedlichen Wachstumstendenzen ermöglichen eine sichere Abgrenzung der longiformen und der breviformen Gruppe.

Zur Artunterscheidung innerhalb der beiden Gruppen müssen dann subtilere Merkmale herangezogen werden. "genus Sciaeninarum" *jeanae* unterscheidet sich von *atavus* durch eine bei Adulti teilweise extrem verlängerte Form. Die markantesten Differenzen liegen jedoch in den Sulcusproportionen. Das Ostium ist bei *longiformis* relativ zur Cauda noch kürzer und die umfangreiche Cauda stärker hakenartig umgebogen. Ähnliche Differenzen lassen sich in der breviformen Gruppe aufzeigen. Auch hier ist Krümmung der Cauda bei dem jüngeren aff. *breviformis* noch weiter entwickelt als bei *breviformis* s. str. Die Otolithen sind auch massiver und am Ventralrand findet sich ein ± gut entwickelter Sporn.

Auffällig ist die Größenzunahme im Laufe der phylogenetischen Entwicklung der Gruppe. Die älteste Art *atavus* ist noch sehr klein, völlig ausgeglättete Exemplare (wichtiges Merkmal zum Erkennen von Adulti!) übersteigen kaum 6mm Länge. Bei *jeanae* sind es dann bis über 10mm. Ähnliches zeigt sich in der breviformen Gruppe: *breviformis* maximal um 5-6mm bei senilen Otolithen, bei aff. *breviformis* mehr als 12mm. Leider läßt sich die Entwicklung der Gruppe noch nicht lückenlos verfolgen, da aus der obermiozänen Eastover Formation noch kein Material zur Verfügung steht.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

### **Subfamilia Micropogoniinae S ASAKI, 1989**

#### **Tribus Micropogoniini S ASAKI, 1989**

Genus *Micropogonias* BONAPARTE, 1831

Typus-Art: *Perca lineatus* CUVIER in CUVIER & VALENCIENNES, 1830 (= *Umbrina furnieri* DESMAREST, 1823)

Syn.: *Micropogon* CUVIER in CUVIER & VALENCIENNES, 1830 (non *Micropogon* BOIE, 1826 = Aves),

### *Micropogonias* aff. *undulatus*

Abb. 40/8-12

Material: 10 Otolithen: 7 + Fragmente (P57), 3 P54  
Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
348(P57)	8,1	5,9	3,0	1,37	2,7

Diskussion: Die fossilen Otolithen kommen morphologisch denen der rezenten Art sehr nahe und differieren nur in Details der Sulcusmorphologie. Das Ostium der rezenten Otolithen erweitert sich nicht so stark wie bei den fossilen Exemplaren. Allerdings stehen keine rezenten Adulti zum Vergleich zur Verfügung.

Vorkommen: Yorktown Formation und Duplin Formation, North Carolina.

### Subfamilia Lariminae GILL, 1862

#### Tribus Larimini S. ASAKI, 1989

Genus *Larimus* CUVIER in CUVIER & VALENCIENNES, 1830

Typus-Art: *Larimus breviceps* CUVIER in CUVIER & VALENCIENNES, 1830

### *Larimus* aff. *fasciatus* HOLBROOK, 1855

Abb. 40/13

Material: 1 rechte Sagitta (P57), Lee Creek Mine, North Carolina.

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
332(P57)	5,1	3,4	1,9	1,5	2,68

Diskussion: Unter den rezenten Larimus-Otolithen kommen die der Art *L. fasciatus* (Banded Drum - US-Ostküste) dem fossilen Otolithen sehr nahe. Bei den adulten Otolithen von *L. fasciatus* ist der Ostium ventral stärker erweitert und reicht näher an den Ventralrand. Außerdem sind die Ränder glatt. Vorliegender Otolith stammt von einem nicht ausgewachsenen Tier und die Unterschiede zu den zum Vergleich vorliegenden rezenten Otolithen sind vermutlich nur wachstumsbedingt. Juvenile Otolithen von *L. fasciatus* stehen nicht zur Verfügung. Aus diesem Grunde ist die Bestimmung nicht vollständig abzuschließen, und ich belasse es auf einer Bestimmung mit Vorbehalt.

Vorkommen: Yorktown Formation, North Carolina.

### Subfamilia Cynoscioninae T. REWAVAS, 1977

#### Tribus Cynoscionini C. HAO, 1978

Genus *Cynoscion* GILL, 1861

Typus-Art: *Johnius regalis* BLOCH & SCHNEIDER, 1801

### *Cynoscion nebulosus* (CUVIER, 1830)

Abb. 41/6-8

Material: P57 Lee Creek Mine:

### Abb. 39

Abb. 39/1-5: "genus aff. *Pachypops*" *silverdalensis* n. sp.

1a-d: adulte rechte Sagitta Nr. 360(P49), a: ostial, b: caudal, c: Innenseite, d: ventral; 2: subadulte rechte Sagitta Nr. 353(P49), Innenseite; 3a-c: adulte linke Sagitta Nr. 355(P49), a: Innenseite, b: ostial, c: ventral; 8a-b: adulte linke Sagitta Nr. 359(P49), a: Innenseite, b: ventral; 4: adulte linke Sagitta Nr. 354(P49), Innenseite; Nr. 355(P49) Holotypus, alle anderen Otolithen sind Paratypen; Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (Silverdale).

Abb. 39/6-10: "genus aff. *Pachyurus*" *atavus* n. sp.

6: subadulte rechte Sagitta Nr. 335(P15), Innenseite, Paratypus; 7: subadulte rechte Sagitta Nr. 336(P15), Innenseite, Paratypus; 4: subadulte linke Sagitta Nr. 334(P15), Innenseite, Paratypus; 9: adulte linke Sagitta Nr. 333(P15), Innenseite, Holotypus; 10: subadulte rechte Sagitta Nr. 337(P15), Innenseite, Paratypus; Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland (Aguasco).

Abb. 39/11-20: "genus aff. *Pachyurus*" *jeanae* n. sp.

11: juvenile linke Sagitta Nr. 316(P57), Paratypus, Innenseite; 12: juvenile linke Sagitta Nr. 317(P57), Paratypus, Innenseite; 13: juvenile linke Sagitta Nr. 318(P57), Paratypus, Innenseite; 14: juvenile linke Sagitta Nr. 321(P57), Paratypus, Innenseite; 15a-b: subadulte linke Sagitta Nr. 327(P57), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 16a-b: adulte rechte Sagitta Nr. 329(P57), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 17: subadulte linke Sagitta Nr. 326(P57), Holotypus, Innenseite; 18a-b: adulte linke Sagitta Nr. 328(P57), Paratypus, a: Innenseite, b: ostial, c: ventral; 19: juvenile rechte Sagitta Nr. 319(P57), Paratypus, Innenseite; 20: juvenile rechte Sagitta Nr. 320(P57), Paratypus, Innenseite; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 39/21: "genus aff. *Pachyurus*" *breviformis* n. sp.

Subadulte linke Sagitta Nr. 634(P14), Paratypus, Innenseite; St. Marys Forma-

### Fig. 39

Fig. 39/1-5: "genus aff. *Pachypops*" *silverdalensis* n. sp.

1a-d: adult right sagitta No. 360(P49), a: ostial, b: caudal, c: inner face, d: ventral; 2: subadult right sagitta No. 353(P49), inner face; 3a-c: adult left sagitta No. 355(P49), a: inner face, b: ostial, c: ventral; 8a-b: adult left sagitta No. 359(P49), a: inner face, b: ventral; 4: adult left sagitta No. 354(P49), inner face; No. 355(P49) holotype, alle other otoliths are paratypes; Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (Silverdale).

Fig. 39/6-10: "genus aff. *Pachyurus*" *atavus* n. sp.

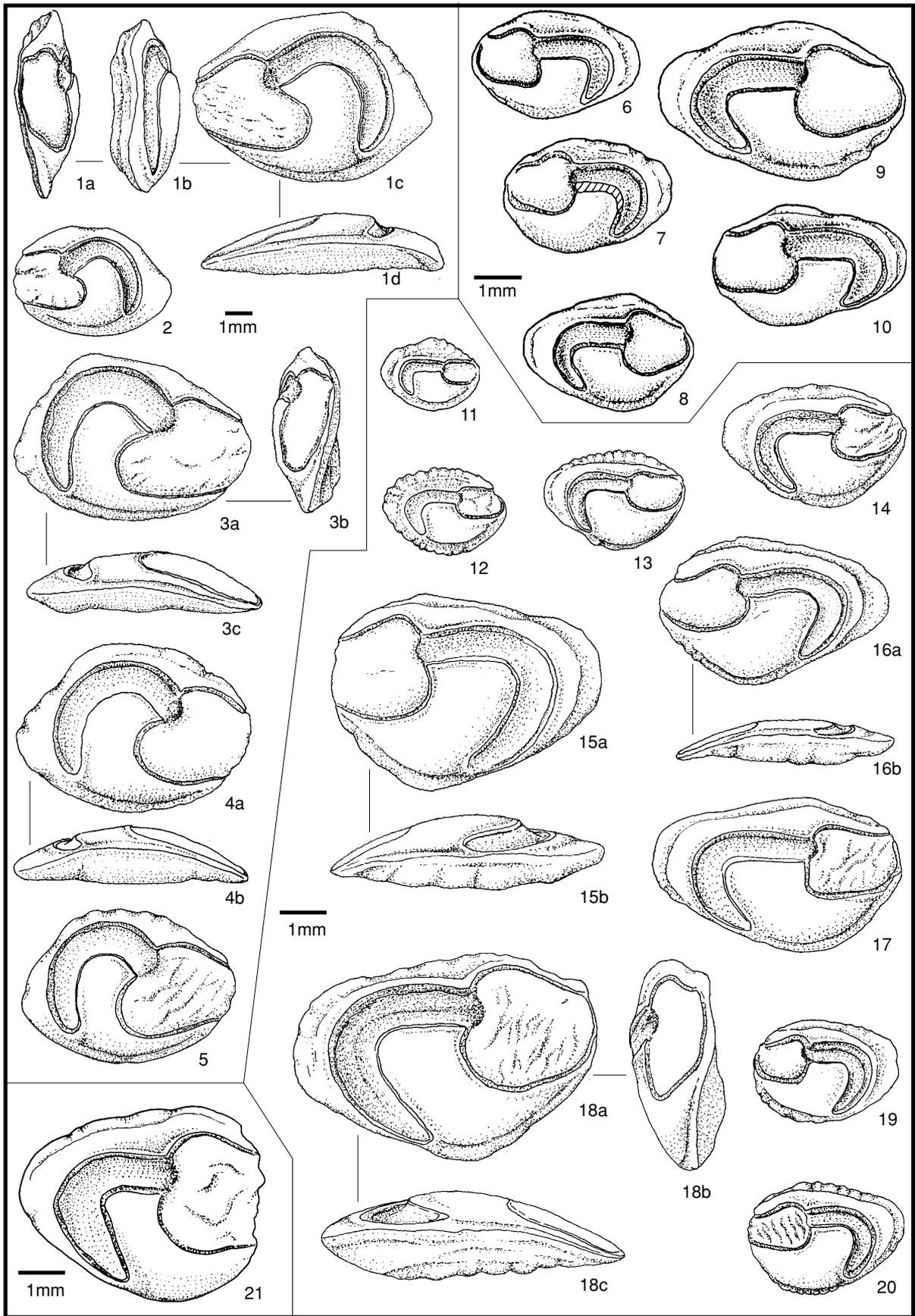
6: subadult right sagitta No. 335(P15), inner face, paratype; 7: subadult right sagitta No. 336(P15), inner face, paratype; 4: subadult left sagitta No. 334(P15), inner face, paratype; 9: adult left sagitta No. 333(P15), inner face, holotype; 10: subadult right sagitta No. 337(P15), inner face, paratype; Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland (Aguasco).

Fig. 39/11-20: "genus aff. *Pachyurus*" *jeanae* n. sp.

11: juvenile left sagitta No. 316(P57), paratype, inner face; 12: juvenile left sagitta No. 317(P57), paratype, inner face; 13: juvenile left sagitta No. 318(P57), paratype, inner face; 14: juvenile left sagitta No. 321(P57), paratype, inner face; 15a-b: subadult left sagitta No. 327(P57), paratype, a: inner face, b: ventral; 16a-b: adult right sagitta No. 329(P57), paratype, a: inner face, b: ventral; 17: subadult left sagitta No. 326(P57), holotype, inner face; 18a-b: adult left sagitta No. 328(P57), paratype, a: inner face, b: ostial, c: ventral; 19: juvenile right sagitta No. 319(P57), paratype, inner face; 20: juvenile right sagitta No. 320(P57), paratype, inner face; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 39/21: "genus aff. *Pachyurus*" *breviformis* n. sp.

Subadult left sagitta No. 634(P14), paratype, inner face; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).



Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo/Lc
309(P57)	13,55	5,86	2,27	2,31	5,97	0,83

**Beschreibung:** Fast sämtliche vorhandenen Otolithen von Lee Creek Mine sind mehr oder weniger beschädigt. Die extrem gestreckten Otolithen sind im Verhältnis zur Länge sehr dünn, vor allem im vorderen Bereich. Daher sind in der Regel Teile der ostialen Region weggebrochen. Sie sind in der Längsachse gebogen, mit konvexer Innen- und konkav angelegter Außenseite. Durch das Dickenwachstum in den hinteren etwa 2/3 der Außenseite wird die konkave Anlage hier kompensiert und eine leicht konvexe Wölbung erreicht. Das vordere Drittel der Außenseite hingegen ist sehr dünn und leicht abgewinkelt. Damit wird auch der Vorderrand deutlich dünner und schärfer als der Hinterrand. Ein irreguläres Muster mehr oder weniger deutlich ausgebildeter Knoten und Furchen bedeckt die Außenseite.

Bei den adulten Otolithen verläuft der Dorsalrand etwa horizontal und gerade bis leicht konvex. Ein Prädorsaleck ist nicht entwickelt, das Postdorsaleck weit nach hinten verschoben. Von hier aus fällt der Hinterrand schräg nach hinten ab zum Caudalende, welches weit nach ventral verschoben ist und eine mehr oder weniger gerundete Ecke bildet. Der scharfe Ventralrand ist schwach konvex gebogen und erhält durch eine Eindellung kurz vor dem Hinterende der Cauda einen etwas sigmoidalen Verlauf. Der kurze Vorderrand ist schwach konvex. Sämtliche Ränder sind glatt.

Der Sulcus ist in eine relativ kurzes, stark erweitertes Ostium und eine umfangreiche Cauda unterteilt. Der Hinterrand des Ostiums ist sehr schräg zur Längsachse der Otolithen gestellt. Der Dorsalrand verläuft im schwach konvexen Bogen und ist schräg nach vorn-oben gerichtet. Ventral zeigt das Ostium eine stärkere Erweiterung und ist etwas nach hinten ausgebogen. Der Ventralrand beschreibt einen ziemlich gleichmäßig konvexen Bogen und steigt zum Vorderrand merklich an. Die Cauda ist sehr weit und tief, wobei die engste Stelle am Collum liegt. Von hier aus zieht sie ein langes Stück annähernd horizontal nach hinten und biegt dann scharf nach unten ab. Das Hinterende der Cauda ist noch etwas erweitert und endet abgerundet verschlossen kurz vor dem Ventralrand der Otolithen. Das dünne caudale Colliculum bedeckt den Boden der Cauda. Eine scharfe Furche setzt es gegen die Dorsalwand der Cauda ab. Am Collum bildet eine schiefe bogenförmig nach vorn gerichtete Furche die Grenze zwischen ostialem und caudalem Colliculum, wobei das caudale Colliculum etwas in das Ostium hinein reicht. Das dicke ostiale Colliculum erfüllt das gesamte Ostium. Durch den Umriß des Ostiums und den bogenförmigen Einschnitt am Collum zeigt es einen etwa nierenförmigen Umriß.

Der Sulcus wird dorsal von einem langgestreckten, niedrigen Area begleitet, die im mittleren Be-

reich ventral deutlich vertieft ist. Hier, vor allem im Winkel zwischen Ostium und Cauda, ist der Dorsalrand des Sulcus als deutliche Crista superior entwickelt. Diese schwächt sich nach hinten ab und erlischt ganz. Eine feine, teilweise undeutliche Linie begrenzt die Area gegen den schmalen dorsalen Randbereich. Die Ventrallinie verläuft sehr randnah und begrenzt das schwach gewölbte, glatte und langgestreckte Ventralfeld vom ebenfalls glatten Randsaum.

**Diskussion:** Die fossilen Otolithen kommen denen der rezenten Art so nahe, daß sie zu dieser Art gestellt werden können. *C. nebulosus* ist an den US-Küsten von etwa New York bis Florida und an der gesamten Golfküste verbreitet.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmore Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

### ***Cynoscion senior* n. sp.**

Abb. 40/14-18, Abb. 41/1-2

Holotypus: Nr. 295(P11), Abb. 41/2

Paratypen: Nr. 296(P72), 298(P14), Nr. 343(P14), Nr. 299(P10), Abb. 40/18, 41/1, 40/14, 40/15.

**Locus typicus:** Maryland, Calvert County, Scientist's Cliffs (loc. 1).

**Stratum typicum:** Mittelmiozän, Choptank Formation, Boston Cliffs Member.

**Derivatio nominis:** von lat. "senior" = der Ältere, älter als die bisher bekannten Arten.

**Diagnose:** Otolithen sehr langgestreckt, dünn, in der Längsachse gebogen, mit schwach konvexer Außen- und konvexer Innenseite. Vertikal Außenseite stärker konvex als Innenseite. Stärkste Wölbung der Außenseite und damit maximale Dicke der Otolithen weit nach hinten verschoben. Ventral- und Dorsalrand schwach konvex, subparallel. Hinterrand schräg abgestutzt, ebenso Vorderrand. Sulcus mit langer Cauda und kürzerem Ostium. Dorsal- und Ventralrand des Ostiums annähernd parallel. Cauda weit, mäßig tief, hinteres Drittel scharf abgebo-gen.

**Material:** P15(1), P2(1), P5(1), P11(2), P72(2), P12(5), P14(15), P9(1), P10(3), P16(1), P22(5).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
343(P14)	5,4	3,1	0,95	1,74	5,68	Paratypus
298(P14)	8,1	4,0	1,5	2,03	5,40	Paratypus
296(P72)	9,8	4,5	1,95	2,18	5,03	Paratypus
295(P11)	10,7	4,4	2,14	2,43	4,40	Holotypus

**Beschreibung:** Der am besten erhaltene Adultus ist die linke Sagitta Nr. 295 (Abb. 41/2), an der die nachfolgende Beschreibung orientiert ist. Der Otolith zeigt eine sehr gestreckte Form, seine Länge erreicht mehr als das Doppelte der Höhe. Caudal ist er schräg abgestutzt, mit weit nach ventral verlagertem Caudalende. In Ventralansicht ist eine kräftige Biegung entlang der Längsachse vorhanden, und die Innenseite verläuft stärker konvex gewölbt. Das kräftige Dickenwachstum der Außenseite gleicht deren konkave Anlage weitgehend aus, wobei der höchste Punkt und damit die maximale Dicke weit hinter der Mitte liegt. Von hier aus verläuft die Außenseite leicht konkav nach vorn, nach hinten fällt sie schräg zum Hinterrand ab. In vertikaler Richtung ist die Außenseite stärker konvex

gewölbt als die Innenseite. Auf der zentralen Erhebung der Außenseite befindet sich ein Komplex kleiner, rundlicher Knoten. Sonst besteht die Skulptur aus flachen, irregulären Erhebungen und Depressionen.

Der Dorsalrand ist etwa horizontal ausgerichtet und nur sehr schwach konvex, ebenso der Ventralrand. Beide verlaufen etwa parallel. Der Dorsalrand endet caudal in einem stumpfen Postdorsaleck. Von hier aus fällt der Hinterrand schräg und etwas konvex gebogen zum weit nach ventral verschobenen, wenig betonten Caudalende ab. Der Vorderrand ist schräg in ventrocaudale Richtung gestellt und annähernd gerade. Er wird fast völlig von der Mündung des Ostiums (Ostialrand) eingenommen. Die Ränder sind nahezu glatt.

Der Sulcus teilt sich in ein relativ kurzes Ostium und eine lange, weite und mäßig tiefe Cauda. Die Cauda verläuft über ein langes Stück vom Collum her horizontal nach hinten und biegt dann scharf nach unten ab. Sie endet breit gerundet unmittelbar am Ventralrand des Otolithen und ist hier noch etwas nach vorn erweitert. Daher ist die Biegung der Cauda an ihrem Ventralrand als scharfer Knick markiert, während der Dorsalrand einen gleichmäßigen Bogen bildet. Das Ostium ist am Collum ventral nur wenig stärker erweitert als dorsal. Sein Dorsalrand verläuft gerade und annähernd horizontal nach vorn zum Vorderrand. Der Ventralrand ist zunächst etwas nach hinten ausgebogen und läuft etwa horizontal zum Vorderrand, unter leicht konvexer Biegung. Insgesamt erreicht das Ostium so einen recht regulär rhombischen Umriß. Am Collum trennt eine bogenförmig nach vorn gerichtete Depression das dicke ostiale vom flachen caudalen Colliculum.

Dorsal begleitet eine extrem niedrige Area den Sulcus und biegt caudal mit dem Hinterende der Cauda abwärts. Die dorsale Grenze der Area fällt teilweise mit dem Dorsalrand des Otolithen zusammen, im vorderen Abschnitt ist noch ein sehr schmaler Randsaum vorhanden, durch eine feine Linie von der Area getrennt. Die Ventrallinie verläuft ebenfalls extrem randnah und fällt weitgehend mit dem Ventralrand des Otolithen zusammen. Nur kurz vor dem Hinterende der Cauda ist sie etwas nach oben eingezogen. Damit nimmt das glatte, schwach gewölbte Ventralfeld nahezu den gesamten Bereich der Innenseite unter dem Sulcus ein.

**Ontogenie und Variabilität:** Juvenile Otolithen sind deutlich gedrungener als adulte und besitzen eine kräftige Jugendskulptur aus unterschiedlich starken Tuberkeln auf der Außenseite. Auch die Ränder sind gekerbt. Die randliche Skulptur erlischt mit zunehmendem Wachstum zunächst dorsal und caudal, zuletzt ventral. Eine flache Wellung des Dorsal- und des Hinterrandes bleibt jedoch in der Regel bis zu den Adulti erhalten. Das gesamte Wachstum der Otolithen erfolgt stark allometrisch und die Länge nimmt schneller zu als die Höhe und Dicke. Damit verschiebt sich der L/H-Index

immer deutlicher zugunsten der Länge. Bei mittelgroßen Otolithen ist das Caudalende teilweise etwas stärker ausgezogen. Bei größeren Otolithen variiert die Biegung des Hinterendes der Cauda etwas, sonst sind die Verhältnisse recht konstant.

**Diskussion:** Unter den Otolithen rezenter Arten der Gattung sind die von *C. praedatorius* und *C. squamipinnis* am ähnlichsten. Die Otolithen sind dicker und der Ventralrand des Ostiums nicht so gerade nach vorn gerichtet. Diese Verhältnisse finden sich bei Otolithen von *C. virescens*, dessen Otolithen sonst aber sehr extrem verlängert und niedrig sind. Otolithen von *C. othenopterus* und *C. nebulosus* zeigen einen anderen Typus im Ostium (mehr oval und etwas schräg nach vorn angehoben).

Frühjuvenile Otolithen der *Cynoscion*-Arten sind morphologisch sehr ähnlich und lassen sich artlich nicht trennen. Liegen ausschließlich solche Otolithen vor, ist eine artliche Bestimmung unmöglich. Das betrifft Otolithen der Gattung aus einigen Proben, vor allem aus der Eastover Formation.

**Vorkommen:** Juvenile Otolithen liegen aus dem gesamten Miozän der Chesapeake Group (Calvert bis Eastover Formation) vor (Maryland und NE-Virginia). Bestimmbare Adulti wurden in der Chop-tank und St. Marys Formation von Maryland gefunden.

#### "genus aff. *Cynoscion*" *fitchi* n. sp.

Abb. 41/3-4

Holotypus: Nr. 308(P57), Abb. 41/3.

Paratypen: Nr. 307(P57), Abb. 41/4.

Locus typicus: North Carolina, Aurora, Beaufort County, Lee Creek Mine (loc. 28).

Stratum typicum: Unterpliozän, Yorktown Formation, Rushmere Member.

Derivatio nominis: Nach Mr. J.E. Fitch, Otolithen-Spezialist in den USA.

**Diagnose:** Otolithen gestreckt (L/H-Index adulter Otolithen zwischen etwa 1,4 und 1,6), caudal deutlich verjüngt und im Verhältnis zur Länge relativ dünn. Sulcus horizontal orientiert, weitgehend gerade. Ostium kurz (etwa 30 bis maximal 40% der Otolithenlänge), etwa rechteckig im Umriß. Cauda sehr weit und etwa 2/3 der Länge gerade, hinteres Drittel ventral erweitert und abgerundet verschlossen.

Material: 2 Otolithen (P57).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo	
308(P57)	5,6	2,45	0,95	2,29	5,89	0,85	Holotypus
307(P57)	7,9	3,4	1,3	2,32	6,08	0,78	Paratypus

**Beschreibung:** Am besten erhalten ist der Subadultus Nr. 308(P57) (Abb. 41/3), an dem die Beschreibung orientiert ist. Der Otolith besitzt einen sehr gestreckten Umriß, die Länge übertrifft die Höhe um mehr als das Doppelte. Er ist in der Längsachse gebogen und dünn, mit konvexer Innenseite. Auf der Außenseite ist die maximale Dicke weit nach hinten verschoben. Von diesem höchsten Punkt aus führt die Außenseite etwa gerade nach vorn und fällt schräg nach hinten zum Hinterrand ab. In vertikaler Richtung sind beide Seiten schwach und etwa gleichstark konvex ge-

wölbt. Die größte Dicke der Außenseite liegt in einem Streifen der Zentralregion, während die Randbereiche sehr flach bleiben. Die Skulptur besteht aus verschwommenen, irregulären Unebenheiten.

Der Dorsalrand verläuft überwiegend horizontal und gerade, nur vorn fällt er etwas schräg zum Vorderrand ab, wo eine deutliche Ecke den Übergang zum kurzen, vertikal ausgerichteten Vorderrand bildet. Der Hinterrand ist ebenfalls kurz, aber stark konvex. Dieses breit gerundete Caudalende ist etwas ausgezogen und schräg nach oben gerichtet. Der Ventralrand verläuft stärker konvex, ist aber nicht gleichmäßig gebogen. Vielmehr steigt er vom etwas nach vorn verlagerten Schwerpunkt schräg zum Vorderrand an und bildet mit diesem eine stumpfe Ecke.

Auf der Innenseite teilt sich der Sulcus in ein kürzeres und relativ enges Ostium, sowie in eine außerordentlich weite und tiefe Cauda. Am Collum erweitert sich das Ostium ventral nur wenig mehr als dorsal. Die Ränder des Ostiums konvergieren nach vorn, so daß es sich zum Ostialrand hin noch merklich verengt. Vom Collum aus zieht sich die Cauda mit etwa 2/3 der Länge gerade und horizontal nach hinten. Sie biegt dann mit dem letzten Drittel schräg nach unten ab und endet, breit gerundet verschlossen, kurz vor dem Ventralrand. Am Collum trennt eine scharfe und tiefe, nach vorn durchgebogene Furche das sehr dicke ostiale Colli-

culum vom caudalen. Letzteres bleibt sehr flach und bedeckt nur den Boden der tiefen Cauda. Eine deutliche Furche begrenzt es gegen die Dorsalwand der Cauda.

Die Area über dem Sulcus ist zu einem schmalen, fast leistenartigen Streifen reduziert, durch eine scharfe Linie gegen den ebenfalls sehr schmalen Randsaum abgesetzt. Unter dem Sulcus erstreckt sich das niedrige, leicht gewölbte und glatte Ventralfeld, vom schmalen Randbereich durch die nur undeutlich verfolgbare, randnahe Ventrallinie abgegrenzt.

**Ontogenie und Variabilität:** Eine ontogenetische Serie steht nicht zur Verfügung. Der zweite, größere Otolith (Nr. 307, Abb. 41/4) zeigt einige deutliche Abänderungen. Er ist stärker gebogen, wodurch die dünne vordere Hälfte der Außenseite eine konkave Oberfläche in horizontaler Richtung bekommt. Das Ostium verjüngt sich nicht nach vorn, da der Dorsalrand etwa parallel zum Ventralrand verläuft. Der Vorderrand ist schräg gestellt und deutlich konvex gebogen. Als Folge ist die dorsale Partie und damit der Dorsalrand des Ostiums wesentlich kürzer als der Ventralrand. Das dicke ostiale Colliculum "quillt" vorn förmlich über den Ostialrand.

**Diskussion:** Obwohl die Otolithen denen von *Cynoscion* oberflächlich sehr ähneln, unterscheiden sie sich in einem wesentlichen Punkt von

#### Abb. 40

Abb. 40/1-3: "genus aff. *Pachyurus*" *breviformis* n. sp.

1a-d: subadulte linke Sagitta Nr. 635(P14), Holotypus, a: Innenseite, b: ostial, c: ventral, d: Außenseite; 2a-b: subadulte linke Sagitta Nr. 388(P12), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 3a-b: erodierte adulte linke Sagitta Nr. 389(P14), a: Innenseite, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Abb. 40/4-5: "genus aff. *Pachyurus*" aff. *breviformis* n. sp.

4a-c: adulte linke Sagitta Nr. 330(P57), a: Innenseite, b: ostial, c: ventral, d: dorsal; 5a-b: adulte rechte Sagitta Nr. 331(P57), Innenseite; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 40/6-7: *Micropogonias undulatus*

linke und rechte Sagitta von innen, rezent, Florida, coll. A. Müller.

Abb. 40/8-12: *Micropogonias* aff. *undulatus*

8: mittelgroße linke Sagitta Nr. 345(P57), Innenseite; 9: adulte rechte Sagitta Nr. 349(P57), Innenseite; 10: mittelgroße linke Sagitta Nr. 350(P54), Innenseite; 11: mittelgroße linke Sagitta Nr. 347(P57), Innenseite; 12a-d: adulte linke Sagitta Nr. 348(P57), a: caudal, b: Innenseite, c: ostial, d: dorsal, e: dorsal; Nr. 350 Duplin Formation, N. Carolina (Belgrade, Martin Marietta & Co. Quarry); alle übrigen Exemplare Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 40/13a-d: *Larimus* aff. *fasciatus* HOLBROOK, 1855

Rechte Sagitta Nr. 332(P57), a: ostial, b: Innenseite, c: ventral, d: dorsal; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 40/14-18: *Cynoscion senior* n. sp.

14a-b: juvenile linke Sagitta Nr. 343(P14), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 15: subadulte rechte Sagitta Nr. 299(P10), Paratypus, Innenseite; 16: mittelgroße linke Sagitta Nr. 297(P72), Paratypus, Innenseite; 17: juvenile linke Sagitta Nr. 300(P10), Paratypus, Innenseite; 2a-b: adulte rechte Sagitta Nr. 296(P72), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; Nr. 343: St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach), Nr. 299 und 300: St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellor Point), Nr. 296 und 297: Choptank Formation (Boston Cliffs Member), Maryland (Calvert Cliffs)

#### Fig. 40

Fig. 40/1-3: "genus aff. *Pachyurus*" *breviformis* n. sp.

1a-d: subadult left sagitta No. 635(P14), holotype, a: inner face, b: ostial, c: ventral, d: outer face; 2a-b: subadult left sagitta No. 388(P12), paratype, a: inner face, b: ventral; 3a-b: erodierte adulte left sagitta No. 389(P14), a: inner face, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 40/4-5: "genus aff. *Pachyurus*" aff. *breviformis* n. sp.

4a-c: adult left sagitta No. 330(P57), a: inner face, b: ostial, c: ventral, d: dorsal; 5a-b: adult right sagitta No. 331(P57), inner face; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 40/6-7: *Micropogonias undulatus*

Left und right sagitta, inner face, recent, Florida, coll. A. Müller.

Fig. 40/8-12: *Micropogonias* aff. *undulatus*

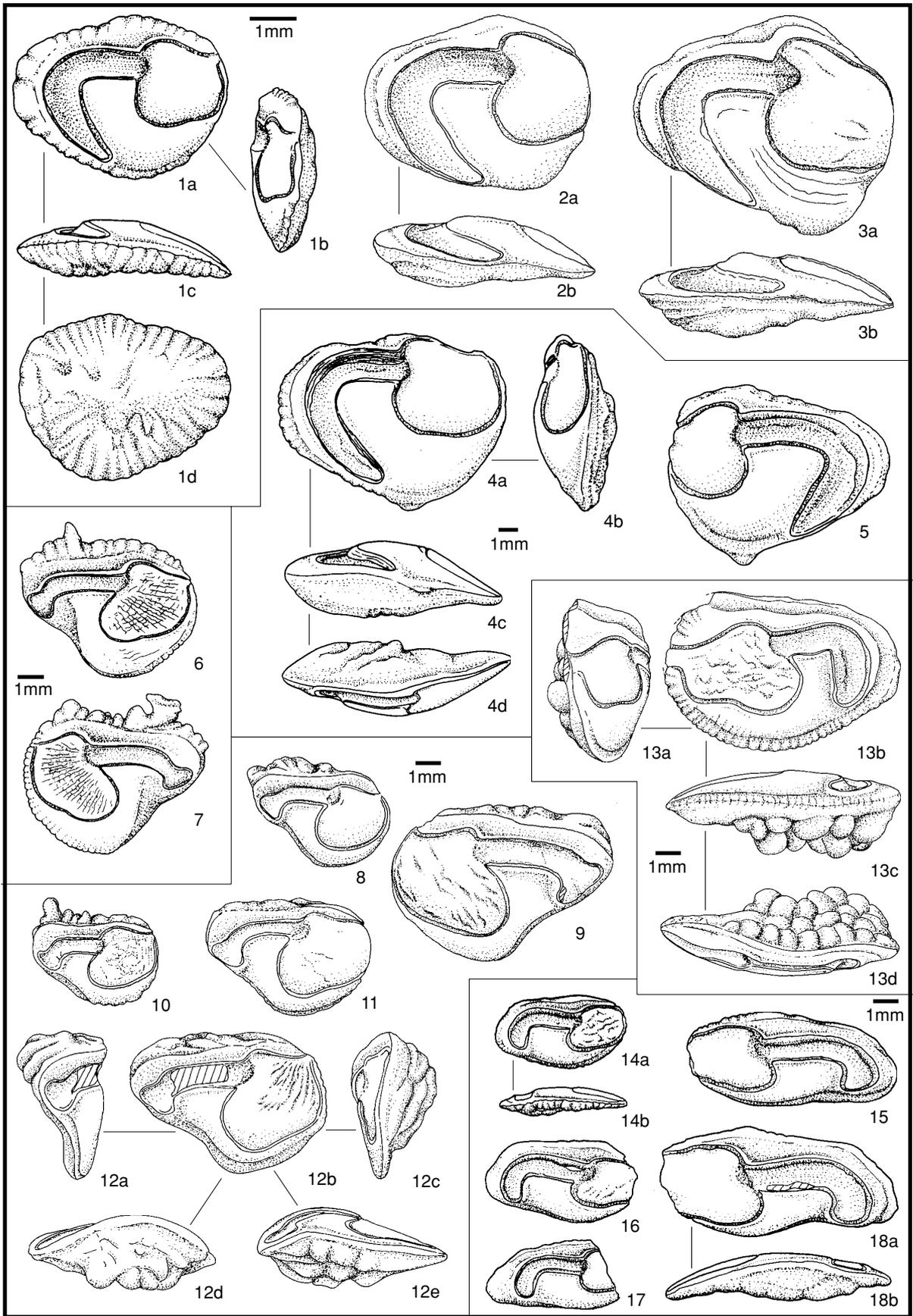
8: medium-sized left sagitta No. 345(P57), inner face; 9: adult right sagitta No. 349(P57), inner face; 10: medium-sized left sagitta No. 350(P54), inner face; 11: medium-sized left sagitta No. 347(P57), inner face; 12a-d: adult left sagitta No. 348(P57), a: caudal, b: inner face, c: ostial, d: dorsal, e: dorsal; No. 350 Duplin Formation, N. Carolina (Belgrade, Martin Marietta & Co. Quarry); all other specimens Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 40/13a-d: *Larimus* aff. *fasciatus* HOLBROOK, 1855

Right sagitta No. 332(P57), a: ostial, b: inner face, c: ventral, d: dorsal; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 40/14-18: *Cynoscion senior* n. sp.

14a-b: juvenile left sagitta No. 343(P14), paratype, a: inner face, b: ventral; 15: subadult right sagitta No. 299(P10), paratype, inner face; 16: medium-sized left sagitta No. 297(P72), paratype, inner face; 17: juvenile left sagitta No. 300(P10), paratype, inner face; 2a-b: adult right sagitta No. 296(P72), paratype, a: inner face, b: ventral; No. 343: St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach), No. 299 und 300: St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellor Point), No. 296 und 297: Choptank Formation (Boston Cliffs Member), Maryland (Calvert Cliffs).



allen rezenten *Cynoscion*-Arten: Bei keiner dieser Arten konnte eine so gerade, weite und recht tiefe Cauda beobachtet werden. Dies zwingt zu Vorbehalten bei der generischen Bestimmung. Möglicherweise gehört die Art zu einer fossilen, *Cynoscion* enger verwandten Gattung.

Vorkommen: Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

**Subordo Stromateoidei**  
**Familia Centrolophidae GILL, 1861**

**"genus Centrolophidarum" sp.**

Abb. 41/5

Material: 1 Otolith (P35)

Beschreibung: Es steht nur ein Otolith zur Verfügung, dessen rostrale Partie weggebrochen ist. Der ziemlich dünne Otolith besitzt eine stark verlängerte Form und ist in der Längsachse leicht gebogen. Die Innenseite verläuft hier etwas konvex, die Außenseite leicht konkav. Das gleiche Bild ergibt sich in vertikaler Richtung. Auf der Außenseite reicht von der Excisura her eine supramediane Längsdepression nach innen. Darunter ist die Außenseite etwas verdickt und hier erreicht der Otolith insgesamt seine maximale Dicke. Vom Dorsal- und Hinterrand her reichen kräftige, irreguläre Rippen bis zur Depression. Die ebenfalls starken ventralen Rippen und Furchen bleiben in der Regel

kürzer, nur einige Furchen überqueren die verdickte Zone und reichen bis in die Depression. Korrespondierend zu dieser Skulptur sind auch die Ränder gezackt. Am Dorsarand befindet sich ein stumpfes Prädorsaleck etwas vor der Mitte. Von hier aus fällt der Dorsalrand etwas schräg nach vorn und nach hinten ab. Am Postdorsaleck setzt der schräg abgeschnittene Dorsalrand an. Er geht am stumpfen Caudalende in den flach konvexen Ventralrand über. Das Rostrum ist beschädigt, die erhaltene Partie läßt aber auf eine kurz dreieckige Gesamtform schließen. Vom sehr kurzen, massiven Antirostrum trennt es eine kleine, mäßig eingeschnittene Excisura.

Die Innenseite wird vom horizontal ausgerichteten, supramedian positionierten Sulcus überquert. Vollständig erhalten ist die extrem lange, enge und tiefe Cauda. Sie verläuft über 3/4 der Länge gerade und biegt mit knapp dem letzten Viertel schräg nach unten ab. Vom Ostium ist nur der Ansatz am Collum erhalten. Dieser deutet auf eine ventral und dorsal etwa gleichartige Erweiterung hin. Rekonstruiert man das Rostrum nach Verlauf der Ränder, so erreichte es wohl maximal nur 1/5 der gesamten Sulcus-Länge. Die Area über dem Sulcus ist nur undeutlich begrenzt und über dem mittleren Teil der Cauda ventral leicht vertieft. Hier bildet eine schwache Crista die Grenze zum Sulcus. Auch der Verlauf der Ventrallinie ist nicht sicher zu eruieren. Die ventrale Skulptur verzweigt sich teilweise

irregulär, und die kurzen Rippen lösen sich zuweilen in einzelne Pusteln auf. Eine klare Grenze zum niedrigen, schwach gewölbten Ventralfeld ist nicht zu ziehen.

Diskussion: Die erhaltenen Teile des Otolithen zeigen die für Centrolophidae typischen Merkmale. Für die generische Bestimmung reicht der Otolith nicht aus, doch kommen am nächsten die Otolithen der Gattung *Mupus*, fossil in Europa mit wenigstens 2 Arten vertreten: *Mupus confinis* (NOLF, 1973) aus dem Eozän und *Mupus neumanni* SCHWARZHANS, 1974 aus dem Oberoligozän NW-Deutschlands.

Vorkommen: Old Church Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion, Bottoms Bridge).

**Subordo Mugiloidei**

**Familia Mugilidae CUVIER, 1829**

**"genus Mugildarum" debilis KOKEN, 1888**

\* 1888 *Otolithus (Mugildarum) debilis* KOKEN: 288-289, Taf. 17 Fig. 8.

1929 *Otolithus (Mugildarum) debilis*, - CAMPBELL: 270-271, Taf. 28 Fig. 8.

1985 "genus *Mugildarum*" *debilis*, - NOLF: 93.

Vorkommen: Eozän (Jacksonian), Mississippi (Jackson River).

**Subordo Sphyraenoidei**

**Familia Sphyraenidae RAFINESQUE, 1815**

Genus *Sphyraena* RÖSE, 1793

Typus-Art: *Esox sphyraena* LINNAEUS, 1758

***Sphyraena div. sp.***

Taf. 15 Fig. 9-10

Diskussion: Die Nachweise der Gattung *Sphyraena* stützen sich auf isolierte Zähne, welche nicht artlich bestimmt werden können. *Sphyraena* kommt rezent in allen warmen Meeren vor und kann als Klima-Indikator in fossilen Faunen dienen.

Vorkommen: Piney Point Formation, Old Church Formation und Belgrade Formation (Haywood Landing Mbr.), Virginia und North Carolina.

**Subordo Labroidei**

**Familia Labridae CUVIER, 1817**

**"genus Labridarum" sp.**

Abb. 41/12

Material: 1 Otolith (P38).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
229(P38)	3,15	1,66	0,96	1,9	3,28

**Beschreibung:** Der sehr kleine Otolith besitzt einen spindelförmigen Umriß. Die deutliche Biegung in horizontaler Richtung führt zur konvexen Ausbildung der Innenseite. Auch die konkav angelegte Außenseite findet durch das überproportionale Dickenwachstum zu einer stärker konvexen Oberfläche. In vertikaler Richtung ist die Außenseite wesentlich stärker konvex als die Innenseite. Auf der Außenseite bildet ein zwischen Caudalende und Rostrum etwa parallel zum Ventralrand verlaufender, inframedianer Längswulst eine verdickte Zone. Hier erreicht der Otolith seine maximale Dicke. Vom Dorsalrand reichen einige verschwommene, breite Furchen etwas nach innen, sonst bleibt die Außenseite bis auf einige undeutliche konzentrische Furchen glatt.

Der Dorsalrand verläuft stärker konvex gebogen und führt ohne Eckenbildung, aber mit leichter Undulation, hinten zum lang und spitz ausgezogenen Caudalende. Der Ventralrand bildet einen ähnlich konvexen Bogen. Am Vorderrand erkennt man ein kurzes, stumpf gerundetes Rostrum, während die Excisura nur durch eine schwach konkave Einbiegung des Randes angedeutet ist und das Antirostrum ganz fehlt. Der etwas sigmoidal geschwungene Sulcus ist hinten leicht abwärts gebogen. Durch eine schwache Ausbiegung am Ventralrand des Sulcus ist die Trennung von Ostium und Cauda markiert, wobei das Ostium nur wenig weiter als die Cauda wird. Der gesamte Sulcus ist recht tief. Ihn füllt eine dicke, undifferenzierte, colliculäre Masse aus, die zwar am Collum etwas ausdünnert, aber keine Trennung von ostialem und caudalem Colliculum erkennen läßt. Den Dorsalrand des Sulcus begleitet eine schmale, leistenartige Crista superior, noch betont durch die ventral vertiefte, sonst aber unscharf abgegrenzte Area. Der Raum unter dem Sulcus nimmt weitgehend das gewölbte und glatte Ventralfeld ein, da die scharfe Ventrallinie sehr dicht am Ventralrand verläuft. Sie steigt vorn und hinten etwas an und entfernt sich so auch etwas vom Ventralrand.

**Diskussion:** Innerhalb der Teleosteer mit vergleichbaren Otolithen sind die meisten Affinitäten zu solchen der Familie Labridae zu erkennen. Allerdings steht von den zahlreichen westatlantischen Gattungen kein rezentes Vergleichsmaterial zur Verfügung, so daß eine generische Bestimmung unmöglich ist.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### Subordo Trachinoidei

#### Familia Trachinidae R. ISSO, 1826

Genus *Trachinus* LINNAEUS, 1758

Typus-Art: *Trachinus draco* LINNAEUS, 1758

#### *Trachinus unus* n. sp.

Abb. 41/9-11

Holotypus: Rechte Sagitta Nr. 790(P35), Abb. 41/9.

Parotypen: Otolithen Nr. 791(P35), 792(P35) (Abb. 41/10-11) und 793(P35).

**Locus typicus:** Virginia, Henrico County, Kiesgrube Bottoms Bridge am Chickahominy River (loc. 22).

**Stratum typicum:** Oberoligozän, Old Church Formation.

**Derivatio nominis:** lat. "unus" = einzig, die bisher einzige bekannte *Trachinus*-Art aus dem westatlantischen Raum.

**Diagnose:** Otolithen langgestreckt, recht dünn, rostral zugespitzt, caudal gerundet bis schräg abgestutzt. In Längsrichtung Außenseite plan bis schwach konkav, Innenseite konvex, in vertikaler Richtung beide Seiten konvex. Sulcus etwas schräg gestellt, leicht sigmoidal geschwungen, eng und flach. Ostium etwas länger als Cauda, kaum erweitert

**Material:** 4 Otolithen (P35).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
790(P35)	5,3	2,3	1,0	2,26	5,2	Holotypus
792(P35)	5,3	2,3	--	2,3	--	Paratypus
793(P35)	4,3	1,9	--	2,26	--	Paratypus

**Beschreibung:** Der perfekt erhaltene Otolith Nr. 790(P35) (Holotypus) dient als Basis der nachfolgenden Beschreibung. Er besitzt einen schlank Getreidekorn-artigen Umriß, ostial zugespitzt und caudal schräg abgeschnitten. Eine leichte Biegung in der Längsachse führt zur konkaven Anlage der Außenseite, die durch das Dickenwachstum weitgehend kompensiert wird und zu einer nahezu ebenen Oberfläche führt. Die Innenseite ist mäßig konvex. In vertikaler Richtung sind beide Seiten flach konvex gewölbt. Der Dorsal- und der Ventralrand beschreiben einen etwa gleichartig flach konvexen Bogen, der kurze, schräge Hinter- rand ist nur sehr schwach konvex.

Der Sulcus ist schräg gestellt und fällt nach vorn zum Rostrum ab, unter leicht sigmoidaler Biegung. Er ist eng, flach und zerfällt in ein gegenüber der Cauda längeres, kaum erweitertes Ostium und eine kürzere, caudal abgerundet schließende Cauda. Flache, ebene Colliculi füllen beide Teile aus. Die Ventrallinie verläuft extrem randnah und trennt die flach gewölbte, glatte Area vom sehr schmalen Randbereich. Über dem Sulcus liegt eine undeutliche, glatte und wenig vertiefte Area, hier ist der Dorsalrand zu einer schwachen Crista superior ausgebaut.

**Ontogenie und Variabilität:** Die etwas kleineren, subadulten Otolithen folgen im allgemeinen ohne größere Abweichungen dem Holotypus. Lediglich der Hinterrand ist etwas mehr gerundet und nicht so schräg abgeschnitten.

**Diskussion:** *Trachinus unus* ist die einzige bis jetzt bekannte echte westatlantische *Trachinus*-Art. Beziehungen lassen sich nur zu europäischen Trachiniden ableiten. Die oligozänen Arten *T. verus* (KOKEN) und *T. biscissus* (KOKEN) aus dem Nordseebecken sind gedrungener und massiver.

**Vorkommen:** Old Church Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Familia Percophididae A DAMS, 1854**Genus *Bembrops* STEINDACHNER, 1876Typus-Art: *Bembrops caudimacula* STEINDACHNER, 1876***Bembrops minutus* n. sp.**

Abb. 41/14-15

Holotypus: Rechte Sagitta, Nr. 803(P66), Abb. 41/15.

Paratypus: Otolith Nr. 802(P66), Abb. 41/14.

Locus typicus: Virginia, Hanover County, Pamunkey River bei Farm Horseshoe (loc. 24).

Stratum typicum: Eozän, Piney Point Formation, Bed A (oberer Bereich).

Derivatio nominis: lat. "minutus" = klein, nach den sehr kleinen Otolithen.

Diagnose: Otolithen sehr klein, fusiform, caudal und ostial zugespitzt. Caudalende deutlich ausgezogen, inframedian. Sulcus relativ eng und kurz, gerade, horizontal, etwas supramedian. Ostium und Cauda etwa gleichlang, Ostium nur sehr wenig erweitert.

Material: 3 Otolithen: P66(2), P68(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OL/OH	
802(P66)	1,57	0,83	1,89	Paratypus
803(P66)	1,55	0,72	2,15	Holotypus

**Beschreibung:** Der Holotypus ist eine vorzüglich erhaltene rechte Sagitta von spindelförmigem Umriß, mit spitzem Rostral- und Caudalende. Das Caudalende ist vom Otolithenrumpf abgesetzt, verlängert und in inframediane Position verlagert. In horizontaler und vertikaler Richtung ergibt sich ein bikonvexes Profil, die Außenseite etwas flacher als die Innenseite. Der Dorsalrand verläuft mäßig konvex und deutlich gewellt. Am flach konvexen Ventralrand ist die Skulptur nur noch undeutlich entwickelt. Das Rostrum springt spitz vor, Excisura und Antirostrum sind nur angedeutet.

Der gerade Sulcus liegt supramedian und ist horizontal ausgerichtet. Er teilt sich in ein wenig erweitertes und vertieftes Ostium und eine flache, hinten abgerundete Cauda von gleicher Länge. Beide beinhalten flache, ebene Colliculi. Unter dem

**Abb. 41**Abb. 41/1-2: *Cynoscion senior* n. sp.

1a-b: subadulte linke Sagitta Nr. 298(P14), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach); 2a-c: sehr große linke Sagitta Nr. 295(P11), Holotypus, a: Innenseite, b: dorsal, c: ventral; Choptank Formation (Boston Cliffs Member), Maryland (Calvert Cliffs).

Abb. 41/3-4: "genus aff. *Cynoscion*" *fitchi* n. sp.

3a-c: rechte Sagitta Nr. 308(P57), Holotypus, a: Innenseite, b: dorsal, c: ventral; 4a-c: rechte Sagitta Nr. 307(P57), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral, c: dorsal; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 41/5a-b: "genus *Centrolophidarum*" sp.

rechte Sagitta Nr. 874(P14), a: Innenseite, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Abb. 41/6-8: *Cynoscion nebulosus* (CUVIER, 1830)

6a-c: sehr große linke Sagitta Nr. 309(P57), a: Innenseite, b: dorsal, c: ventral; 7: adulte linke Sagitta Nr. 310(P57), Innenseite; 8: adulte linke Sagitta Nr. 311(P57), Innenseite; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Abb. 41/9-11: *Trachinus unus* n. sp.

9a-c: rechte Sagitta Nr. 790(P35), Holotypus, a: Innenseite, b: ventral, c: dorsal, 10: rechte Sagitta Nr. 791(P35), Innenseite, 11: rechte Sagitta Nr. 792(P35), Paratypus, Innenseite; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Abb. 41/12a-c: "genus *Labridarum*" sp.

Rechte Sagitta Nr. 229(P38), a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 41/13a-b: "genus *Percoideorum*" sp. 2

Rechte Sagitta Nr. 868(P14), a: Innenseite, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Abb. 41/14-15: *Bembrops minutus* n. sp.

14: rechte Sagitta Nr. 802(P66), Paratypus, Innenseite, 15: rechte Sagitta Nr. 803(P66), Holotypus, Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 41/16a-b: *Astroscopus* sp.

Linke Sagitta Nr. 796(P14), a: Innenseite, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Abb. 41/17-18: "genus *Trachinoideorum*" sp.

17: rechte Sagitta Nr. 786(P38), Innenseite, 18: rechte Sagitta Nr. 787(P38), Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 41/19a-c: "genus *Percoideorum*" sp. 1

Rechte Sagitta Nr. 852(P68), a: Innenseite, b: Außenseite, c: ventral; Piney

**Fig. 41**Fig. 41/1-2: *Cynoscion senior* n. sp.

1a-b: subadult left sagitta No. 298(P14), paratype, a: inner face, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach); 2a-c: very large left sagitta No. 295(P11), holotype, a: inner face, b: dorsal, c: ventral; Choptank Formation (Boston Cliffs Member), Maryland (Calvert Cliffs).

Fig. 41/3-4: "genus aff. *Cynoscion*" *fitchi* n. sp.

3a-c: right sagitta No. 308(P57), holotype, a: inner face, b: dorsal, c: ventral; 4a-c: right sagitta No. 307(P57), paratype, a: inner face, b: ventral, c: dorsal; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 41/5a-b: "genus *Centrolophidarum*" sp.

Right sagitta No. 874(P14), a: inner face, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 41/6-8: *Cynoscion nebulosus* (CUVIER, 1830)

6a-c: very large left sagitta No. 309(P57), a: inner face, b: dorsal, c: ventral; 7: adult left sagitta No. 310(P57), inner face; 8: adult left sagitta No. 311(P57), inner face; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 41/9-11: *Trachinus unus* n. sp.

9a-c: right sagitta No. 790(P35), holotype, a: inner face, b: ventral, c: dorsal, 10: right sagitta No. 791(P35), inner face, 11: right sagitta No. 792(P35), paratype, inner face; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 41/12a-c: "genus *Labridarum*" sp.

right sagitta No. 229(P38), a: inner face, b: ventral, c: outer face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 41/13a-b: "genus *Percoideorum*" sp. 2

right sagitta No. 868(P14), a: inner face, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 41/14-15: *Bembrops minutus* n. sp.

14: right sagitta No. 802(P66), paratype, inner face, 15: right sagitta No. 803(P66), holotype, inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 41/16a-b: *Astroscopus* sp.

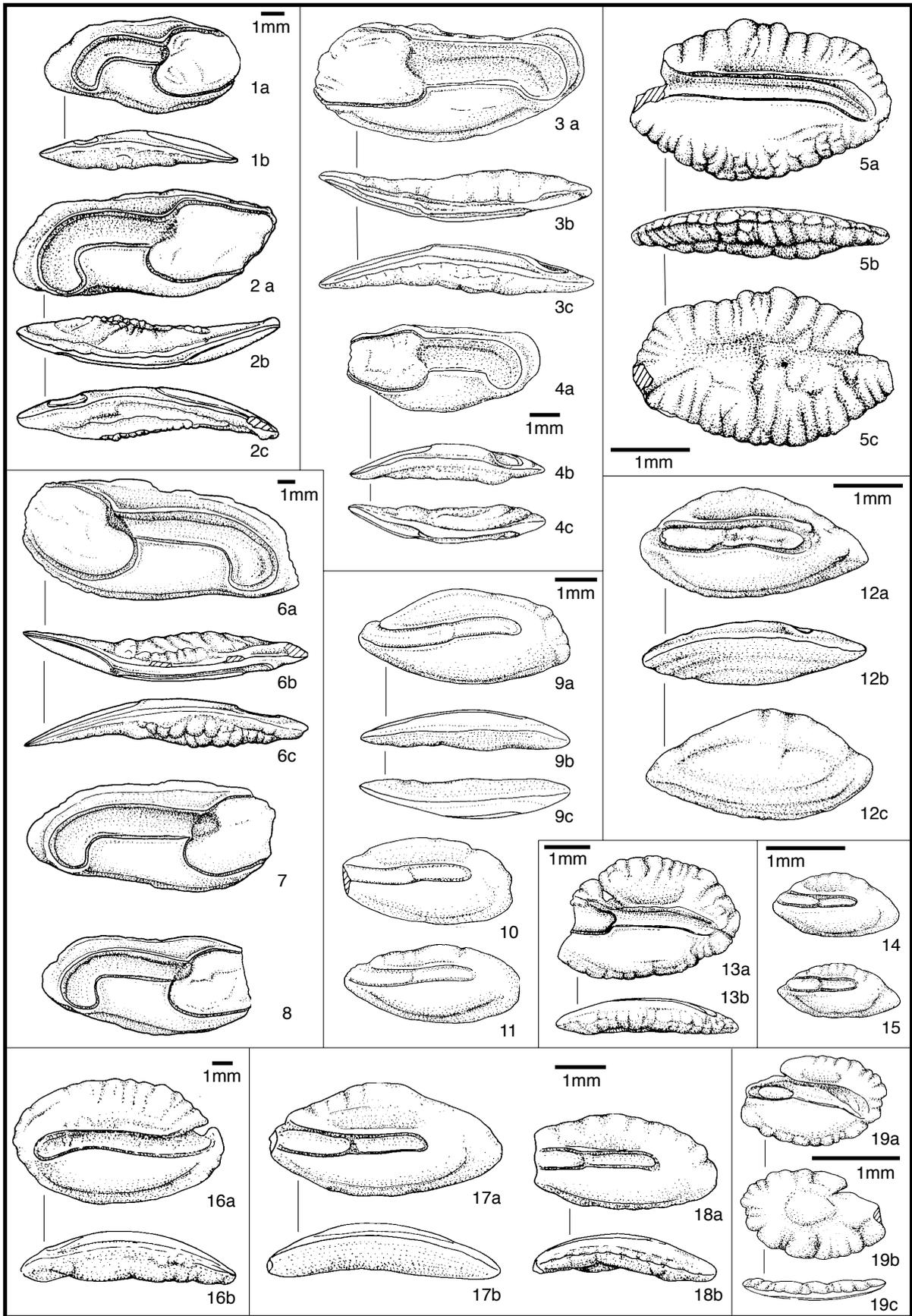
Left sagitta No. 796(P14), a: inner face, b: ventral; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 41/17-18: "genus *Trachinoideorum*" sp.

17: right sagitta No. 786(P38), inner face, 18: right sagitta No. 787(P38), inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 41/19a-c: "genus *Percoideorum*" sp. 1

Right sagitta No. 852(P68), a: inner face, b: outer face, c: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).



Sulcus trennt die randnahe Ventrallinie das glatte, gewölbte Ventralfeld vom Randsaum. Sie steigt hinten deutlich an und zieht im Bogen bis nahezu hinter das Caudalende des Sulcus. Auch vorn entfernt sie sich etwas vom Rand und endet in einer flachen Depression unter dem Ostium. Über dem Sulcus erstreckt sich eine niedrige, etwas vertiefte Area, vom Sulcus durch eine niedrige Crista superior getrennt.

**Ontogenie und Variabilität:** Caudalende und Rostrum sind mehr oder weniger spitz. beim etwas größeren Paratypus Nr. 802/P66 ist die dorsale Skulptur weiter abgebaut. Sonst ergeben sich keine bemerkenswerten Differenzen.

**Diskussion:** *Bembrops*-Otolithen sind fossil bis jetzt nur von Europa bekannt. Otolithen aus dem Eozän der Aquitaine wurden von NOLF (1988) in offener Nomenklatur beschrieben. Sie sind gedrungenere und eckiger, durch den schräg abgeschnittenen Hinterrand und das wenig betonte Caudalende. Eine weitere Art aus dem Miozän der Aquitaine (*Bembrops vandeveldae* STEURBAUT, 1979) ähnelt dem eozänen europäischen Material stärker als dem amerikanischen. Rezent sind zwei Arten von den atlantischen Küsten der USA bekannt: *B. anatirostris* und *B. gobioides*. Sie besiedeln den tropischen bis warm-temperierten Bereich.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### Familia Uranoscopidae B LEEKER, 191859

Genus *Astroscopus* BREVOORT in GILL, 1860  
Typus-Art: *Uranoscopus anoplos* VALENCIENNES in CUVIER & VALENCIENNES, 1831.

#### *Astroscopus* sp.

Abb. 41/16

. 1983 *Astroscopus* species,- FITCH & LAVENBERG: 523, Fig. 4a.

Material: 5 Otolithen: P14(1), P61(3), P57(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
797(P14)	11,3	6,6	2,6	1,7	4,3

**Beschreibung:** Die linke Sagitta Nr. 796(P14) ist sehr gut erhalten, die anderen Otolithen sind mehr oder weniger korrodiert. Der Otolith zeigt einen nahezu ideal ovalen Umriß, ohne Eckenbildung und mit gleichmäßig konvexen Rändern, und ist in der Längsachse gebogen. Das Dickenwachstum der Außenseite gleicht die Biegung bis zu einer etwa planen Oberfläche aus, die Innenseite ist konvex. In vertikaler Richtung ist die Außenseite stärker konvex gewölbt als die Innenseite. Am Hinter- und Dorsalrand findet sich eine leichte Zähnelung, die im anterodorsalen Bereich etwas stärker wird.

Der Sulcus liegt etwa median, ist eng und tief und verläuft leicht sigmoidal geschwungen bis

dicht an das Hinterende des Otolithen. Ostium und Cauda sind nicht deutlich getrennt, nur eine leichte Aufbiegung des Dorsalrandes deutet vorn ein kurzes Ostium an. Der Sulcus endet ostial mit einem schmalen, tiefen Einschnitt des Vorderrandes. Über dem Sulcus ist nur eine undeutliche Area zu sehen. Unter dem Sulcus erstreckt sich ein umfangreiches, gewölbtes und glattes Ventralfeld, ventral durch die scharfe, randnahe Ventrallinie begrenzt.

**Diskussion:** Es handelt sich um typische *Astroscopus*-Otolithen. Die Gattung ist an den atlantischen Küsten heute mit zwei Arten vertreten: *A. guttatus* und *A. y-graecus*. Von beiden fehlen die Otolithen zum direkten Vergleich, womit die Artbestimmung offen bleiben muß.

**Vorkommen:** St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland; Eastover Formation (Claremont Manor Member), Virginia; Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina.

Genus *Kathetostoma* GÜNTHER, 1860

Typus-Art: *Uranoscopus laevis* BLOCH & SCHNEIDER, 1801

#### *Kathetostoma* sp.

1983 *Kathetostoma* species,- FITCH & LAVENBERG: 523, Fig. 4b.

**Diskussion:** Otolithen von *Kathetostoma* sind bisher nur durch das von FITCH & LAVENBERG publizierte Material bekannt geworden. Im eigenen Material von Lee Creek Mine ist die Gattung nicht vertreten.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), North Carolina (Lee Creek Mine).

### Trachinoidei, Familia incertae

#### "genus Trachinoideorum sp.

Abb. 41/17-18

Material: 3 Otolithen (P38).

**Beschreibung:** Die Otolithen sind größer, gestreckter und dünner als die von *B. minutus*. Weiterhin sind sie in der Längsachse kräftig gebogen und die Außenseite ist in dieser Richtung konkav. Die Sulcuspomorphologie und die Morphologie der gesamten Innenseite sind ähnlich *B. minutus*, aber deutlich gestreckter. Sämtliche Otolithen sind rostral beschädigt.

**Diskussion:** Die Otolithen liegen morphologisch zwischen typischen Percophididae-Otolithen und Trachinidae-Otolithen (beide Gruppen sind enger verwandt) und ihre systematische Stellung ist unsicher.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Subordo Blennioidei**

**Familia Blenniidae R AFINESQUE, 1810**

Genus indet.

**"genus Blenniidarum" curvatus n. sp.**

Abb. 42/3-6, Taf. 16 Fig. 19

Holotypus: linke Sagitta Nr. 815(P25), Abb. 42/4, Taf. 16 Fig. 19.

Paratypen: Otolithen Nr. 766(P67), 235(P38) und 45(P68), Abb. 42/3, 5, 6.

Locus typicus: Virginia, Caroline County, Pamunkey River bei Farm Townsend, "Devils Hole" (loc. 19).

Stratum typicum: Eozän, Piney Point Formation, Bed A (basaler Bereich).

Derivatio nominis: lat. "curvatus" = gebogen, nach der Biegung der Otolithen in horizontaler Richtung.

Diagnose: Otolithen gedrunge ovoid, mäßig dick, caudal zugespitzt, rostral stumpfer. Durch Biegung in Längsrichtung Außenseite konkav bis plan, Innenseite stärker konvex. In vertikaler Richtung beide Seiten konvex, innen stärker als außen. Rostrum massiv, ± deutlich, Excisura und Antirostrum kurz bis nur angedeutet. Sulcus etwas supramedian, tief, sigmoidal geschwungen. Ostium kurz, sehr tief. Cauda hinten erweitert und stark vertieft.

Material: 14 Otolithen: P25(1), P33(1), P42(1), P66(1), P67(1), P68(4), P38(4).

Aufbewahrung: Holotypus, Paratypen Nr. 766(P67), 235(P38) und Belegmaterial SI Washington, Paratypus Nr. 95(P68) und restliches Belegmaterial SM Frankfurt.

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
45(P68)	2,0	1,33	0,53	1,5	3,77	Paratypus
766(P67)	2,13	1,42	0,4	1,5	5,33	Paratypus
235(P38)	2,46	1,64	0,56	1,5	4,39	Paratypus
815(P25)	2,69	1,8	--	1,49	--	Holotypus

Beschreibung: Unter den insgesamt sehr kleinen Otolithen bietet sich die perfekt erhaltene linke Sagitta Nr. 815(P25) als Holotypus an. Der Otolith ist in Längsrichtung gebogen, die Innenseite leicht konkav und die Außenseite konvex. In vertikaler Richtung ist die Außenseite etwas kräftiger gewölbt als die Innenseite. Den gedrunge ovoiden Umriss verleiht das spitz ausgezogene Caudalende seine charakteristische Form. Vorn dominiert das stumpfe, massive Rostrum, vom kurz dreieckigen Antirostrum durch eine breit dreieckige Excisura getrennt. Der Ventral- und der Dorsalrand verlaufen stark konvex gebogen, teilweise etwas wellig und ohne deutliche Eckenbildung. Auf der Außenseite finden sich dorsal einige flache Rippen, die mit der Wellung des Dorsalrandes korrespondieren. Darunter folgen einige flache, verschwommene Unebenheiten.

Der sigmoidal geschwungene, tiefe Sulcus liegt supramedian und teilt sich in ein kürzeres Ostium und eine längere Cauda. Am Collum erweitert sich das Ostium ventral deutlicher als dorsal. Das flache Colliculum bedeckt nur den Boden des sehr tiefen Ostium. Die tiefe Cauda ist zunächst recht eng, biegt hinten etwas abwärts und erweitert sich dabei. Das sehr flache caudale Colliculum bedeckt nur den Boden der Cauda. Über dem Sulcus liegt eine kleine, ovale, ventral recht tiefe Area, vom mitt-

leren Teil des Sulcus durch eine kräftige, leistenförmige Crista superior getrennt. Den Raum unter dem Sulcus beansprucht das gewölbte und glatte Ventralfeld, durch eine feine, randnahe Ventrallinie begrenzt.

Ontogenie und Variabilität: Etwas kleinere Otolithen zeigen vor allem dorsal noch eine kräftigere Jugendskulptur. Subadulti und Adulti variieren deutlich in der Ausbildung des Caudalendes und der ostialen Partie (Rostrum und Antirostrum). Der Sulcus variiert in der gesamten Weite und der Erweiterung des Hinterendes. Alle Varianten gehen fließend ineinander über und eine weitere taxonomische Aufspaltung ist nicht angebracht.

Diskussion: Siehe bei "genus Labrisomidarum" carolinensis n. sp.

Vorkommen: Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Familia Labrisomidae**

Genus indet.

**"genus Labrisomidarum" eocaenicus n. sp.**

Abb. 42/12-14

Holotypus: Nr. 826(P25), Abb. 42/12.

Paratypen: Otolithen Nr. 58(P25) und 765(P67), Abb. 42/13-14.

Locus typicus: Virginia, King William County, Pamunkey River bei Farm Townsend, "Devils Hole" (loc. 19).

Stratum typicum: Eozän, Piney Point Formation, Bed A (basaler Bereich).

Derivatio nominis: nach dem Vorkommen im Eozän.

Diagnose: Otolithen klein, sehr dick, nahezu kreisförmig im Umriss. Außenseite in horizontaler Richtung schwach konkav bis eben, Innenseite stark konvex. In vertikaler Richtung Außenseite flach konvex, Innenseite stark konvex. Rostrum der kurz, stumpf und massiv, Antirostrum und Excisura gering entwickelt. Sulcus mäßig weit, sehr tief, supramedian, sigmoidal geschwungen und caudal abgebogen. Ostium sehr kurz und nur wenig erweitert.

Material: 4 Otolithen: P25(3), P67(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
826(P25)	1,98	1,76	--	1,13	--	Holotypus
58(P25)	2,04	1,6	0,8	1,28	2,55	Paratypus
765(P67)	2,07	1,38	0,6	1,5	3,45	Paratypus

Beschreibung: Der sehr gut erhaltenen Holotypus besitzt einen nahezu kreisförmigen Umriss und ist sehr dick. In horizontaler Richtung ist die Außenseite nahezu eben, die Innenseite stark konvex. In vertikaler Richtung sind beide Seiten konvex, die Innenseite wesentlich stärker. Sämtliche Ränder verlaufen stark konvex, der Dorsal- und der Hinterrand sind weitspannig gewellt. Vorn befindet sich ein kurzes, massives Rostrum, kaum vom Otolithenrumpf abgesetzt. Das Antirostrum bleibt ebenfalls sehr kurz und stumpf, abgesetzt

durch die angedeutete, flache Excisura. Auf der Außenseite sind flache, verschwommene Rippen randlich und radial angeordnet, während im Zentrum nur undeutliche und etwas irreguläre Erhebungen zu erkennen sind.

Der Sulcus liegt merklich supramedian, ist mäßig weit, aber sehr tief und leicht sigmoidal geschwungen. Die Cauda erweitert sich hinten etwas und biegt schräg in ventraler Richtung ab. Am Collum erweitert sich das recht kurze Ostium ventral etwas stärker als dorsal, markiert durch eine deutliche Ecke. Der Dorsalrand des Ostium biegt nur etwas schräg Richtung Antirostrum auf. Im Ostium liegt ein flaches, ovales Colliculum. Das caudale Colliculum bedeckt den gesamten Boden der Cauda, bleibt aber sehr flach. Dorsal begrenzt eine kräftige, leistenförmige Crista superior den Sulcus und trennt ihn von der ventral vertieften Area. Die Ventrallinie verläuft ziemlich randfern und steigt hinten noch etwas zum Hinterende der Cauda an. Sie trennt das etwa halbkreisförmige, gewölbte und glatte Ventralfeld vom breiten Randsaum.

**Ontogenie und Variabilität:** Eine ontogenetische Serie steht nicht zur Verfügung. Die Subadulti bis Adulti differieren etwas in Umriß und Dicke, sowie Stärke der Skulptur. Wenig variiert hingegen die Sulcuspormorphologie. Die Crista superior kann recht massiv werden, verbunden mit einer irregulären Kerbung. Auch die Erweiterung und Biegung des Hinterendes der Cauda unterliegt einer gewissen Variationsbreite.

**Diskussion:** Blenniidae-Otolithen werden fossil selten gefunden. Das liegt wohl teilweise an der geringen Größe, vor allem wohl aber an der Lebensweise dieser Gruppe. Die meisten Blenniidae bevorzugen Hartsubstrate (z.B. Felslitoral), während die fossilen Faunen aus methodische Gründen (Otolithengewinnung) fast ausschließlich aus Weichbodensedimenten stammt. Die Otolithen der rezente außerordentlich formenreichen Gruppe sind nur wenig bekannt, so daß die generische Bestimmung fossiler Otolithen nahezu aussichtslos ist. Wenigstens zwei Arten sind aus dem Eozän Europas bekannt, einige weitere Angaben aus dem europäischen Neogen kommen hinzu. Sie differieren deutlich vom amerikanischen Material und können selbst generisch nicht näher in Beziehung gebracht werden.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### **Subordo Ammodytoidei**

#### **Familia Ammodytidae Bonaparte, 1839**

Genus *Ammodytes* LINNAEUS, 1758

Typus-Art: *Ammodytes tobianus* LINNAEUS, 1758

#### ***Ammodytes* aff. *hexapterus***

Taf. 17 Fig. 1-6

Material: 526 Otolithen: P20(1), P57(525).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OL/OH
79(P14)	1,6	0,8	2,0
78(P14)	2,2	1,1	2,0
77(P14)	2,7	1,2	2,25

**Beschreibung:** Die Otolithen unterscheiden sich in einigen Punkten signifikant vom vorher beschriebenen Taxon und können nicht zur gleichen Art gestellt werden. Der Umriß ist ähnlich gestreckt, wobei die Länge stärkeren Schwankungen unterworfen ist. Kennzeichnend ist der Verlauf des Ventralrandes. Dessen Schwerpunkt liegt meist deutlich hinter der Mitte. Nach vorn steigt er schräg an und ist unter dem Ostium sogar häufig leicht eingedellt. Dadurch erscheint die rostrale Partie meist merklich gegen den Otolithenrumpf abgesetzt und verjüngt.

Unterschiede ergeben sich auch in der Morphologie des Sulcus. Die Cauda ist in der Regel kürzer als das Ostium, beide sind im Extremfall höchstens gleichlang. Insgesamt ist der Sulcus auch leicht geschwungen und die Cauda erscheint etwas versetzt gegenüber dem Ostium. Die Ventrallinie steigt vorn steiler an und entfernt sich eher vom Ventralrand. Sie endet unterhalb des hinteren Drittels des Ostium. Hinten steigt sie ebenfalls steiler an und endet in geringerer Distanz vom Hinterende der Cauda. Insgesamt ist das Ventralfeld durch die schärfere Ventrallinie besser abgesetzt und etwas deutlicher gewölbt.

**Ontogenie und Variabilität:** Die Otolithen variieren stärker als die von *A. sp.*. Das betrifft Umriß (OL/OD-Index, Ränder) und Proportionen im Sulcus. Alle Varianten gehen fließend ineinander über und ergeben keine Anhaltspunkte für eine Trennung von Arten.

**Diskussion:** *Ammodytes* ist nach ROBINS et al. (1986) im NW-Atlantik mit zwei Arten vertreten: *A. hexapterus* und *A. dubius*. Letztere Art kommt auch im NE-Atlantik vor. Die fossilen Otolithen stimmen recht gut mit den Otolithen von *A. hexapterus* überein. Vorbehalte sind angebracht, da die Otolithen der Ammodytidae wenig differenziert sind und sich artlich schwer unterscheiden lassen, was übrigens für die Fische selbst auch zutrifft. Die Zahl und Abgrenzung der Arten ist unter Ichthyologen nicht unumstritten. Das nachfolgend als *A. sp.* behandelte Taxon unterscheidet sich von *A. aff. hexapterus* vor allem durch den mehr oder weniger senkrecht abgestutzten Hinterrand und die insgesamt gedrungene Form.

**Vorkommen:** St. Marys Formation, Eastover Formation und Yorktown Formation, Maryland, Virginia und N. Carolina.

#### ***Ammodytes* sp.**

Taf. 17 Fig. 7

Material: 32 Otolithen (P14).

**Beschreibung:** Die Otolithen sind durch-

weg sehr gestreckt und in Längsrichtung kaum gebogen. Das Profil in horizontaler und vertikaler Richtung ist flach bikonvex, innen flacher als außen. Der Dorsalrand verläuft schwach konvex, der Ventralrand etwas stärker. Der Hinterrand ist schräg abgeschnitten, wobei deutliche Ecken den Übergang zu Ventral- und Dorsalrand markieren. Der Schwerpunkt des Ventralrandes liegt etwa median.

Auf der Innenseite liegt der flache Sulcus in leicht supramedianer Position, horizontal ausgerichtet und gerade. Das Ostium ist etwas länger als die Cauda und erweitert sich nur gering im ventralen Bereich, dorsal kaum. Vielmehr läuft der Dorsalrand des Sulcus als niedrige Crista superior recht gerade bis zum Vorderrand durch. Am Vorderrand markiert eine flache Eindellung die Mündung des Ostium. In der Cauda liegt ein gut entwickeltes Colliculum, ein ostiales Colliculum fehlt. Über dem Sulcus läßt sich die Area nur schwer abgrenzen. Das langgestreckte, niedrige Ventralfeld ist ebenfalls flach. Sehr charakteristisch ist der Verlauf der Ventrallinie. Sie setzt in einer schwachen Depression etwa unter der Mitte des Ostium an und verläuft extrem dicht am Ventralrand nach hinten. Dort zieht sie weit hinter dem Hinterende der Cauda unter Abschwächung nach oben und erlischt kurz unterhalb der Medianschneise der Otolithen.

**Ontogenie und Variabilität:** Die Otolithen variieren nur wenig. In merklichem Maße betroffen ist eigentlich nur die Ausbildung des Hinterrandes, welches von gerundet bis schräg abgeschnitten reicht. Die abgestutzte Variante überwiegt quantitativ.

**Diskussion:** Siehe unter *Ammodytes* aff. *hexapterus*.

**Vorkommen:** St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Calvert Cliffs-Sektion).

**Subordo Scombroidei**

**Familia Scombridae R AFINESQUE, 1815**

Genera indet.

**Scombridae, gen. et sp. indet.**

Taf. 15 Fig. 8

**Diskussion:** Das Vorkommen dieser Gruppe wird durch Kieferzähne großer Arten aus der Umgebung von Gattungen wie *Scomberomorus*, *Acanthocybium* oder *Lepidocybium* belegt. Eine Bestimmung der Zähne ist nicht sicher möglich. Im Paläogen Europas ist die Gruppe weit verbreitet und durch Skelettreste belegt, die meist unter dem Gattungsnamen *Cybium* (= *Scomberomorus*) beschrieben wurden. Auch isolierte Zähne wurden mit Namen belegt, was mehr als dubios ist. Darunter finden sich sogar Crocodilier-Zähne. Die Gruppe besteht durchweg aus Warmwasser-Arten und die Zähne stellen gute Klimaindikatoren.

**Vorkommen:** Nach eigenem Material Piney Point Formation, Old Church Formation und Belgrade Formation. Literaturangaben sind überwiegend stratigraphisch nicht zuverlässig.

**Percoidei, Familia incertae**

**"genus Percoideorum" subcircularis n. sp.**

Abb. 42/1-2

**Holotypus:** Linke Sagitta Nr. 417(P15), Abb. 42/2.  
**Paratypen:** Nr. 416(P15), Abb. 42/1.

**Locus typicus:** Maryland, Prince Georges County, Bacheinschnitt südlich von Aquasco (loc. 10).

**Stratum typicum:** Calvert Formation, Bed 10 (Hauptschillbank), tiefstes Mittelmiozän.

**Derivatio nominis:** nach dem nahezu kreisförmigen Umriß der Otolithen.

**Diagnose:** Holotypus mittelgroß, gedrunken und relativ dünn. Umriß nahezu kreisförmig, mit gleichmäßig konvexem Ventral- und Vorderrand. Hinterrand mit schwach angedeutetem, gerundeten Caudalende. Am Dorsalrand stumpf gerundetes Postdorsaleck, Prädorsaleck nur angedeutet. Die Ränder sind flach gewellt. Otolith in Längsachse schwach gebogen, Innenseite in vertikaler und horizontaler Richtung flach konvex, Außenseite ebenfalls. Sulcus submedian, gerade, horizontal ausgerichtet. Ostium etwas kürzer als Cauda, rundlich im Umriß. Cauda mäßig weit, absolut gerade.

**Material:** 3 Otolithen: P6(1), P15(2).

**Maße (in mm):**

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	Lo/Lc	
416(P15)	3,75	3,1	0,97	1,21	3,87	0,89	Paratypus
417(P15)	3,9	3,3	1,0	1,18	3,90	0,93	Holotypus

**Beschreibung:** Die Otolithen sind sehr gedrunken und nur wenig länger als hoch. Ihr runder Umriß erreicht fast Kreisform. In der Längsachse ist eine ganz leichte Biegung als Anlage festzustellen, die jedoch durch das Dickenwachstum kompensiert wird. Im Endeffekt besitzen dadurch Innen- und Außenseite eine mäßig konvex gewölbte Oberfläche.

Der Dorsalrand besitzt in der Regel eine stumpf gerundete, wenig deutlich abgesetzte post- und prädorsale Ecke. Zwischen diesen beiden Ecken verläuft er nur schwach konvex gebogen und fällt von der prädorsalen Ecke schräg nach vorn zum Ostium ab. Der konvexe Ostialrand ist vom Dorsalrand durch einen kleinen, Excisura-artigen Einschnitt getrennt. Der Hinterrand ist mehr oder weniger deutlich konvex gebogen, ohne Absonderung eines speziellen Caudalendes. Zwischen Hinterrand und Ostium verläuft der stark konvexe Ventralrand im nahezu ideal halbkreisförmigen Bogen.

Der Sulcus liegt submedian und ist in ein kräftig erweitertes Ostium und eine kurze, relativ weite und flache Cauda unterteilt. Die Cauda endet ohne Biegung kurz vor dem Hinterrand. Das Ostium ist am Collum gegenüber der Cauda deutlich vertieft und sowohl ventral als auch dorsal etwa im gleichen Maße erweitert. Insgesamt ergibt sich daraus in Längsrichtung eine etwa bilaterale Symmetrie des Sulcus. Das caudale Colliculum ist flach und füllt die Cauda fast völlig aus, ebenso das etwas

dickere ostiale Colliculum das Ostium. Beide sind am Collum durch die Einsenkung des Ostiums entlang einer schwach konkaven Linie getrennt, der konvex bogenförmig nach vorn gerichtete Einschnitt typischer Sciaenidae-Otolithen fehlt. Der dorsale Rand des Sulcus wird von einer schwach entwickelten Crista superior gebildet, über dem eine wenig vertiefte Area folgt. Eine Crista inferior ist nicht deutlich zu beobachten. Unter dem Sulcus liegt das gewölbte, glatte Ventralfeld, durch eine randnahe Ventrallinie vom schmalen Randsaum abgesetzt.

**Ontogenie und Variabilität:** Eine komplette Wachstumsreihe steht nicht zur Verfügung, alle Otolithen gehören etwa zu einer Größenklasse. Damit läßt sich über die Ontogenie kaum etwas sagen. Während die Otolithen im Umriss und in der Lage und Morphologie des Sulcus nur sehr wenig variieren, ist die Skulptur der Ränder sehr unterschiedlich. Am Holotypus zeigt sich eine deutliche Kerbung der Ränder, während andere Exemplare etwa gleicher Größe nahezu glatte Ränder besitzen. Diese Situation ist erfahrungsgemäß häufig bei mittelgroßen, noch nicht voll ausgewachsenen

Otolithen festzustellen. Die Ausglättung der Skulptur verläuft individuell unterschiedlich schnell, so daß in dieser Größenklasse skulpturierte bis glatte Otolithen vorkommen. Daraus ist abzuleiten, daß die vorliegenden Otolithen nicht von voll ausgewachsenen Tieren, aber auch nicht von frühjuvenilen stammen. Frühjuvenile Stadien der Art besitzen sicher durchweg stärker gezackte Ränder. Es handelt sich vermutlich um Otolithen von Fischen um den Beginn der letzten Wachstumsphase (Geschlechtsreife bis Endgröße). Damit sind diese Otolithen in ihren Merkmalen schon so stabil, daß eine sichere systematische Aussagefähigkeit gewährleistet ist.

**Diskussion:** Die Otolithen repräsentieren eine im Moment recht isolierte Gruppe. Gewisse Ähnlichkeiten bestehen zu Otolithen von Pempheidae. Das Fehlen von geeignetem rezenten Vergleichsmaterial erübrigt im Moment jede weitere Spekulation.

**Vorkommen:** Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland.

#### Abb. 42

Abb. 42/1-2: "genus Percoideorum" *subcircularis* n. sp.

1a-b: linke Sagitta Nr. 416(P15), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral; 2a-d: linke Sagitta Nr. 417(P15), Holotypus, a: ostial, b: Innenseite, c: dorsal, d: caudal; Calvert Formation (Plum Point Marl Member, Bed 10), Maryland (Aguasco).

Abb. 42/3-6: "genus Blenniidarum" *curvatus* n. sp.

3a-e: linke Sagitta Nr. 235(P38), Paratypus, a: Innenseite, b: ostial, c: Außenseite, d: ventral, e: dorsal; 4: linke Sagitta Nr. 815(P25), Holotypus, Innenseite; 5a-c: rechte Sagitta Nr. 766(P67), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; 6a-c: rechte Sagitta Nr. 95(P68), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 42/7-10: "genus Bothidarum" *nanus* n. sp.

7: rechte Sagitta Nr. 839(P25), Paratypus, Innenseite; 8: rechte Sagitta Nr. 836(P25), Paratypus, Innenseite; 9: linke Sagitta Nr. 837(P25), Holotypus, Innenseite; 10: rechte Sagitta Nr. 838(P25), Paratypus, Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 42/11: "genus Bothidarum" sp.

Linke Sagitta Nr. 831(P25), Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 42/12-14: "genus Labrisomidarum" *eocaenicus* n. sp.  
12: linke Sagitta Nr. 826(P25), Holotypus, Innenseite, 13a-b: linke Sagitta Nr. 58(P25), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral, 14a-c: rechte Sagitta Nr. 765(P67), Paratypus, a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 42/15a-d: "genus Pleuronectiformorum" sp. 1

Rechte Sagitta Nr. 122(P10), a: ostial, b: Innenseite, c: Außenseite, d: ventral; St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellor Point).

Abb. 42/16a-d: "genus Pleuronectiformorum" sp. 2

Linke Sagitta Nr. 789(P70), a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite, d: caudal; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Seahorse Beach).

Abb. 42/17-18: *Psettodes trapeziiformes* n. sp.

17: rechte Sagitta Nr. 385(P25), Paratypus, Innenseite, 18a-b: rechte Sagitta Nr. 386(P25), Holotypus, a: Innenseite, b: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 42/19a-c: *Psettodes?* sp.

Linke Sagitta Nr. 222(P38), a: Innenseite, b: ventral, c: Außenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

#### Fig. 42

Fig. 42/1-2: "genus Percoideorum" *subcircularis* n. sp.

1a-b: left sagitta No. 416(P15), paratype, a: inner face, b: ventral; 2a-d: left sagitta No. 417(P15), holotype, a: ostial, b: inner face, c: dorsal, d: caudal; Calvert Formation (Plum Point Marl Member, Bed 10), Maryland (Aguasco).

Fig. 42/3-6: "genus Blenniidarum" *curvatus* n. sp.

3a-e: left sagitta No. 235(P38), paratype, a: inner face, b: ostial, c: outer face, d: ventral, e: dorsal; 4: left sagitta No. 815(P25), holotype, inner face; 5a-c: right sagitta No. 766(P67), paratype, a: inner face, b: ventral, c: outer face; 6a-c: right sagitta No. 95(P68), paratype, a: inner face, b: ventral, c: outer face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 42/7-10: "genus Bothidarum" *nanus* n. sp.

7: right sagitta No. 839(P25), paratype, inner face; 8: right sagitta No. 836(P25), paratype, inner face; 9: left sagitta No. 837(P25), holotype, inner face; 10: right sagitta No. 838(P25), paratype, inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 42/11: "genus Bothidarum" sp.

Left sagitta No. 831(P25), inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 42/12-14: "genus Labrisomidarum" *eocaenicus* n. sp.

12: left sagitta No. 826(P25), holotype, inner face, 13a-b: left sagitta No. 58(P25), paratype, a: inner face, b: ventral, 14a-c: right sagitta No. 765(P67), paratype, a: inner face, b: ventral, c: outer face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 42/15a-d: "genus Pleuronectiformorum" sp. 1

Right sagitta No. 122(P10), a: ostial, b: inner face, c: outer face, d: ventral; St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellor Point).

Fig. 42/16a-d: "genus Pleuronectiformorum" sp. 2

Left sagitta No. 789(P70), a: inner face, b: ventral, c: outer face, d: caudal; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Seahorse Beach).

Fig. 42/17-18: *Psettodes trapeziiformes* n. sp.

17: right sagitta No. 385(P25), paratype, inner face, 18a-b: right sagitta No. 386(P25), holotype, a: inner face, b: ventral; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 42/19a-c: *Psettodes?* sp.

Left sagitta No. 222(P38), a: inner face, b: ventral, c: outer face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).



**"genus Percoideorum" sp. 1**

Abb. 41/19

Material: 1 Otolith (P68).

**Beschreibung:** Der sehr kleine Otolith besitzt einen länglich-ovalen Umriß mit gerundetem Caudalende und sehr massivem Rostrum, während Antirostrum und Excisura nur klein bleiben. In der Längsachse zeichnet sich eine leichte Biegung des sehr dünnen Otolithen ab und die Innenseite verläuft in vertikaler und horizontaler Richtung leicht konvex, die Außenseite etwas konkav. Auf der Außenseite befindet sich eine leicht nach dorsal verschobene Verdickung und von den Rändern laufen kurze Furchen und Wülste nach innen, die mit der Kerbung der Ränder korrespondieren.

Der recht tiefe Sulcus untergliedert sich in ein wenig erweitertes, kürzeres Ostium und eine längere, weite und caudal leicht abwärts gebogene Cauda. Im Ostium liegt ein relativ kleines, langelliptisches Colliculum, während der Boden der Cauda von einem flachen, undeutlichen begrenzten Colliculum bedeckt ist. Über dem Sulcus erstreckt sich eine etwas vertiefte, langovale Area. Das umfangreiche, glatte Ventralfeld wird von einer randnahen Ventrallinie vom schmalen Randsaum abgesetzt. Die ventrale Skulptur beschränkt sich auf den Randsaum und greift nicht auf das Ventralfeld über.

**Diskussion:** Die systematische Position des Otolithen bleibt unklar, da mir vergleichbare Otolithen rezenter Fische nicht bekannt sind. Ein ähnliches Taxon beschreibt NOLF (1988) aus dem Eozän der Aquitaine, ebenfalls in offener Nomenklatur ("genus Percoideorum" sp. 4).

**Vorkommen:** Piney Point Formation (Bed B), Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**"genus Percoideorum" sp. 2**

Abb. 41/13

Material: 1 Otolith (P14).

**Beschreibung:** Nur ein beschädigter (Rostrum weggebrochen) und damit nicht mehr voll diagnostizierbarer Otolith steht zur Verfügung. Der Otolith ist sehr gedrungen, hoch und in Längsrichtung etwas gebogen. Der konvexen Innenseite steht eine etwa ebene Außenseite gegenüber. In vertikaler Richtung sind beide Seiten konvex.

Am Dorsalrand befindet sich ein deutliches, wenn auch stumpfes Postdorsaleck und ein stumpf angedeutetes Prädorsaleck. Dazwischen verläuft der Dorsalrand leicht konvex und fällt etwas nach hinten ab. Vom Postdorsaleck aus erfolgt der Abfall des Hinterrandes zum etwas in ventraler Richtung verschobenen, stumpfen Caudalende wesentlich steiler. Der Ventralrand bildet einen mäßig konvexen Bogen, dessen Schwerpunkt vor die Mitte verlagert ist. Das gesamte Rostralende ist nicht mehr erhalten. Die Ränder sind irregulär gekerbt. Diese randliche Skulptur korrespondiert mit kurzen, flachen

Wülsten und Furchen auf der Außenseite.

Der relativ enge und tiefe Sulcus liegt etwa median und ist horizontal ausgerichtet. Er teilt sich in ein kurzes Ostium und eine relativ lange Cauda. Das Ostium ist am Collum gegenüber der Cauda deutlich vertieft und reicht hier etwas zipfelartig in die Cauda. Die ventrale Erweiterung des Ostiums wird durch einen scharfen Knick am Collum markiert. Von hier aus ist der Ventralrand des Ostiums zunächst ein kurzes Stück nach unten gerichtet und biegt dann in horizontale Richtung nach vorn um. Die dorsale Erweiterung ist weniger prägnant, und der Dorsalrand des Ostiums verläuft schräg nach vorn-oben zum angedeuteten Antirostrum. Die Cauda zieht zunächst gerade und horizontal nach hinten und biegt mit ihrem hinteren Drittel etwas in ventraler Richtung ab. Am Hinterende der Cauda setzt eine postcaudale Depression an, die als Furche bis zum Hinterrand des Otolithen reicht und hier zu einem kleinen Einschnitt führt. Flache Colliculi bedecken den Boden von Ostium und Cauda.

Über dem Sulcus liegt eine deutlich vertiefte, länglich-ovale Area. Die Grenze zwischen Sulcus und Area bildet eine leistenförmige Crista superior. Die Skulptur des Dorsalrandes läuft etwas in den dorsalen Bereich der Area hinein. Die Fläche unter dem Sulcus nimmt weitgehend das etwas gewölbte und glatte Ventralfeld ein, von der randnahen, undeutlichen Ventrallinie vom schmalen Randsaum getrennt.

**Vorkommen:** St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland.

**"genus Percoideorum" sp. 3**

Taf. 16 Fig. 20

Material: 1 Otolith (P25).

**Beschreibung:** Der kleine, recht gedrungene Otolith ist etwas korrodiert, zeigt aber noch alle wesentlichen morphologischen Details. Er zeigt eine typisch percoide Form, mit massivem Rostrum, kurzem Antirostrum und kleiner Excisura. Der Hinterrand ist schräg abgestutzt, der Dorsalrand nur flach konvex, mit stumpfem Postdorsaleck und kaum angedeutetem Prädorsaleck. Der Ventralrand beschreibt einen gleichmäßig konvexen Bogen. Die Ränder sind flach gewellt.

Der Sulcus liegt leicht supramedian und ist horizontal ausgerichtet. Er zerfällt in ein sehr kurzes, gut erweitertes Ostium, am Collum vertieft, und eine mäßig enge, lange Cauda. Das Hinterende der Cauda biegt ein kurzes Stück in ventraler Richtung ab.

**Diskussion:** Auch hier bleibt die systematische Position des Otolithen unsicher. Vergleichbare Otolithen führt NOLF (1988) aus dem Eozän der Aquitaine, ebenfalls in offener Nomenklatur ("genus Percoideorum" sp. 1).

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Ordo Pleuronectiformes**  
**Subordo Psettoidae**

**Familia Psettodidae R EGAN, 1910**

Genus *Psettodes* BENNETT, 1831

Typus-Art: *Psettodes belcheri* BENNETT, 1831

***Psettodes trapeziformis* n. sp.**

Abb. 42/17-18, Taf. 17 Fig. 8

Holotypus: Nr. 386(25), Abb. 42/18.

Paratypus: Nr. 385(P57), Abb. 42/17.

Locus typicus: Virginia, King William County, Pamunkey River bei Farm Townsend, "Devils Hole" (loc. 19).

Stratum typicum: Eozän, Piney Point Formation, Bed A (basaler Bereich).

Derivatio nominis: nach dem trapezförmigen Umriß der Otolithen.

Diagnose: Otolithen relativ dünn, gestreckt trapeziform im Umriß durch gut entwickeltes Prä- und Postdorsaleck, sowie zugespitztes Ostial- und Caudalende. Außenseite in horizontaler Richtung schwach konkav bis plan, Innenseite schwach konvex. In vertikaler Richtung beide Seiten schwach konvex. Sulcus leicht inframedian, eng und tief, etwas geschwungen. Ostium kürzer als Cauda, nur wenig erweitert.

Material: 2 Otolithen (P25).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD	
385((P25)	3,6	1,9	--	1,9	--	Paratypus
386(P25)	3,7	2,0	0,7	1,85	5,3	Holotypus

Beschreibung: Der Holotypus ist eine perfekt erhaltene rechte Sagitta. Der gestreckt trapezoidale Umriß ergibt sich aus den beiden gut entwickelten Ecken des Dorsalrandes, dem zugespitzten Caudalende und dem eckigen Ostialende. Zwischen Prä- und Postdorsaleck fällt der gerade Dorsalrand etwas nach hinten ab. Der Abfall vorn zum Rostrum und hinten zum etwas spitz ausgezogenen Caudalende erfolgt etwa gleichartig schräg. Vom inframedian liegenden Caudalende zieht der Ventralrand im flach konvexen Bogen nach vorn zum Rostrum. Die Ränder sind flach, ± deutlich gewellt. Am Vorderrand trennt eine angedeutete Excisura das massive Rostrum vom rudimentären Antirostrum. Auf der Außenseite findet sich eine Skulptur aus flachen, etwa radial orientierten Rippen.

Der enge, etwas inframediane Sulcus ist tief, etwas geschwungen und zerfällt in ein nur wenig erweitertes, etwas kürzeres Ostium und die längere, caudal leicht abgebogene Cauda, die sich zum Collum hin leicht verengt. Im Ostium liegt ein quer ovals, recht dickes Colliculum. Das flache caudale Colliculum bedeckt nur den Boden der Cauda. Die Ventralfurche liegt randfern, wodurch das schwach gewölbte Ventralfeld sehr niedrig bleibt. Der Dorsalrand des Sulcus ist zu einer deutlichen Crista superior ausgebaut. Darüber folgt eine schwach konvexe Area, durch eine feine Linie vom breiten dorsalen Randbereich getrennt. Diese Linie zieht hinter dem Sulcus herum und mündet hier in die Ventrallinie.

Ontogenie und Variabilität: Beim Paratypus ist das Caudalende nicht so stark ausgezo-

gen. Die hier sehr schmale Excisura ist tiefer eingeschnitten, wodurch das spitzere Antirostrum besser vom Rostrum separiert ist.

Diskussion: Siehe unter *Psettodes?* sp. (nachfolgend beschriebenes Taxon).

Vorkommen: Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

***Psettodes ?* sp.**

Abb.42/19

Material: 1 Otolith (P38).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
222(P38)	4,2	2,3	0,55	1,83	7,6

Beschreibung: Der etwas größere Otolith zeigt eine ebenfalls trapezförmigen Umriß, wobei das Caudalende und das Rostrum sehr spitz zulau- fen. Zwischen Post- und Prädorsaleck verläuft der Dorsalrand annähernd horizontal und leicht konvex gebogen. Von beiden Ecken fällt er schräg ab. Caudalende (etwas inframedian) und Rostrum werden durch den mäßig und regulär konvexen Ventralrand verbunden. Der Ventral- und der Hiner- rand sind kräftig gezähnelte, der Dorsalrand flacher und weitspanniger. In Längsrichtung ist der dünne Otolith gebogen und die Außenseite in beiden Rich- tungen etwas konkav, die Innenseite flach konvex. Die Außenseite trägt eine Skulptur aus flachen, radialen Rippen. Sie reichen nicht bis in das Zen- trum, welches einige flache, irreguläre Unebenhei- ten einnehmen.

Der mäßig tiefe und enge Sulcus liegt etwas supra- median, ist sehr leicht geschwungen und am Collum deutlich verengt. Die Cauda verläuft annä- hernd horizontal, eine hintere Krümmung ist nur angedeutet. Das flache Colliculum bedeckt nur den Boden der Cauda. Das etwa gleichlange Ostium er- weitert nur wenig, ventral überhaupt nicht. Hier markiert nur eine kleine Ecke das Collum. Der Dor- salrand des Ostium steigt schräg nach vorn zum Antirostrum an, was zu einer schmal trichterförmigen Kontur führt. Auch das ostiale Colliculum bleibt flach und eben. Der Dorsalrand des Sulcus ist zu einer schmalen Crista superior verstärkt, die hinten über der Cauda ausläuft. Darüber folgt eine sehr niedrige, flach konvexe Area, durch eine feine Linie vom viel breiteren dorsalen Randbereich ge- trennt. Die Ventrallinie bleibt undeutlich, das Ven- tralfeld ist flach konvex und glatt.

Diskussion: Die Otolithen von *P. trapeziformis* und *P.?* sp. unterscheiden sich bei ähnlichem Umriß durch das spitzere Rostrum und Caudalende bei *P.?* sp. und andere Sulcusproportionen, die auf den ersten Blick zu erfassen sind. Die artliche Trennung ergibt sich damit zwangsläufig. Die generische Stellung von *P.?* sp. ist unsicher, die Sulcusmorphologie weicht doch stark vom gängigen *Psettodes*-Muster ab.

Fossile *Psettodes*-Arten kennt man bisher aus

Europa. *Psettodes* sp. und *P. bavayi* NOLF, 1988 aus dem Eozän der Aquitaine weichen schon durch ihren andersartigen Umriß vom vorliegenden Material ab. Weitere eozäne Arten von Europa sind *P. collatus* NOLF, 1973, *P. oedelemensis* NOLF, 1973 und *P. spinosus* NOLF, 1973.

Vorkommen: Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### Subordo Pleuronectoidei

#### Familia Bothidae J ORDAN, 1923

Genus indet.

#### "genus Bothidarum" nanus n. sp.

Abb. 42/7-10, Taf. 17 Fig. 10

Holotypus: Nr. 837(P25), Abb. 42/9.

Paratypus: Nr. 836(P25), 838(P25), 839(P25), Abb. 42/7-8, 10.

Locus typicus: Virginia, King William County, Pamunkey River bei Farm Townsend, "Devils Hole" (loc. 19).

Stratum typicum: Eozän, Piney Point Formation, Bed A (basaler Bereich).

Derivatio nominis: lat. "nanus" = Zwerg, wegen der sehr kleinen Otolithen.

Diagnose: Otolithen sehr klein, dick, irregulär rundlich im Umriß, caudal etwas verlängert, ventral stark konvex ausgebogen. Außenseite flach, Innenseite konvex. Sulcus eng, tief, ± deutlich supramedian, etwas geschwungen, Ostium etwa 2/3 der Sulcuslänge, Cauda 1/3. Caudales Colliculum klein, oval, ostiales Colliculum langgestreckt, beide dünn und flach.

Material: 12 Otolithen: P25(6), P41(1), P66(4), P67(1).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OL/OH	
839(P25)	1,2	0,95	1,26	Paratypus
837(P25)	1,36	1,0	1,36	Holotypus
838(P35)	1,53	1,05	1,46	Paratypus
836(P25)	1,65	1,4	1,18	Paratypus

Beschreibung: Die Otolithen sind sehr klein und erreichen maximal nur wenig mehr als 1,5mm Länge. Der Holotypus ist gedrungen im Umriß und ziemlich dick im Verhältnis zur Länge. Er besitzt einen etwas irregulären, gedrungen ovalen Umriß mit gerundetem, nach dorsal verschobenem Caudalende. Der Ventralrand verläuft stark, der Dorsalrand dagegen nur leicht konvex, unter flacher Wellung. Am Vorderrand, an der Mündung des Sulcus, deutet sich eine schwache Excisura an.

Der tiefe Sulcus selbst verläuft etwa horizontal, supramedian und ist etwas sigmoidal geschwungen. Das lange Ostium vermittelt ohne scharfe Grenze zur kurzen Cauda und beinhaltet ein sehr langovales Colliculum, während das caudale Colliculum einen gedrungen elliptischen Umriß aufweist. Die randferne Ventrallinie begrenzt das stark gewölbte, glatte Ventralfeld gegen den flacheren ventralen Randsaum. Sie setzt sich hinter dem Sulcus als feine Linie fort und zieht dorsal um den Sulcus herum wieder nach vorn, wo sie die ebenfalls erhöhte Area gegen den dorsalen Randbereich ab-

grenzt.

Ontogenie und Variabilität: Unter den rechten und linken Sagittae macht sich eine deutliche Dissymmetrie bemerkbar, wie sie für viele Pleuronectiformes charakteristisch ist. Die rechten Sagittae sind etwas gestreckter als die linken, verursacht vor allem durch das stärker ausgezogene Caudalende.

Diskussion: Die generische Bestimmung ist nicht möglich. Ähnliche Otolithen sind aus dem Eozän der Aquitaine bekannt: "genus Bothidarum" *lappierrei* NOLF, 1988. Diese weichen durch ihre rhombische bis pentagonale Form ab. Der Sulcus ist weiter und das Ostium deutlicher ventral erweitert.

Vorkommen: Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Genus indet.

#### "genus Bothidarum" sp. 1

Abb. 42/11

Material: 1 Otolith (P25).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OL/OH
831(P25)	1,8	1,6	1,23

Beschreibung: Der kleine Otolith besitzt einen nahezu kreisförmigen Umriß, ist relativ dick und sowohl vertikal als auch horizontal bikonvex, innen wesentlich stärker als außen. Das Caudalende ist etwas spitz betont und der Ventralrand etwas stärker konvex gebogen als der Dorsalrand. Der Dorsal- und der Hinterrand sind gekerbt, der Ventralrand bleibt glatt.

Auf der Innenseite nimmt der gerade, sehr tiefe und horizontal orientierte Sulcus eine etwa mediane Position ein. Er erreicht etwa 2/3 der Otolithenlänge. Ostium und Cauda sind nahezu gleichlang, das Ostium leicht erweitert. Es beinhaltet ein breit querelliptisches, flaches Colliculum und endet am Vorderrand mit einem flachen Einschnitt. Merkwürdig ist die Cauda gestaltet: Vom Ostium zieht eine tiefe, ziemlich breite Furche in die Cauda, ein Colliculum fehlt. Über dem Sulcus liegt eine langelliptische, ventral vertiefte Area, vom Sulcus durch die leistenförmige Crista superior getrennt. Unter dem Sulcus begrenzt eine scharfe, randferne Ventrallinie das gewölbte und glatte Ventralfeld gegen den breiten Randsaum. Sie steigt hinten weit an und erlischt hinter der Cauda.

Diskussion: Für die generische Stellung des Otolithen lassen sich im Moment keine Anhaltspunkte finden. Er gehört auf keinen Fall zu "genus Bothidarum" *nanus*, dafür sind die Unterschiede im Umriß und im Bau des Sulcus zu deutlich.

Vorkommen: Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**"genus Bothidarum" sp. 2**

Taf. 17 Fig. 11

Material: 1 Otolith (P25):

**Beschreibung:** Der einzige, etwas korrodierte Otolith ist sehr klein, dick und etwa hexagonal im Umriß. Die Außen- und die Innenseite sind in vertikaler und horizontaler Richtung konvex gewölbt. Am Dorsalrand erstreckt sich zwischen dem Post- und dem Prädorsaleck ein nahezu gerader, etwa horizontal verlaufender Abschnitt. Hinten fällt der Dorsalrand schräg zum etwa median liegenden, spitzen Caudalende ab. Der Abfall nach vorn zum Rostralende ist nur wenig steiler. Am stark konvexen Ventralrand sorgen zwei stumpfe Ecken für einen fast identischen Verlauf wie am Dorsalrand. Daraus ergibt sich eine bilaterale Symmetrie in der Längsachse und der gestreckt hexagonale Umriß. Die Ränder sind glatt, die Außenseite skulpturlos.

Der flache, mäßig weite Sulcus liegt median. Er ist relativ kurz (2/3 der Otolithenlänge), gerade und horizontal orientiert. Das Ostium wird nur wenig länger als die Cauda. Querovale, flache Colliculi füllen beide aus. Sie rücken am Collum dicht zusammen.

**Diskussion:** Auch bei diesem Otolithen muß die generische Bestimmung im Moment offen bleiben. Er läßt sich keinem der beiden vordem behandelten Taxa zuordnen und gehört zu einer anderen Art, die sich freilich mit dem einen, nicht ganz perfekt erhaltenen Otolithen definieren läßt.

Vorkommen: Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Familia Pleuronectidae R AFINESQUE, 1815**

Genus indet.

**Pleuronectidarum sp.**

Taf. 17 Fig. 9

Material: 1 Otolith (P70).

**Beschreibung:** Den typischen Pleuronectidae-Otolith charakterisiert ein nahezu ovoider Umriß, caudal etwas verjüngt und abgestutzt, ostial mit einer stumpfen, rostralen Ecke. Der Dorsalrand verläuft regulär konvex und trifft am einer spitzen Postdorsaleck auf den steil abfallenden kurzen und konkav eingedellten Hinterrand. Der Ventralrand ist wieder regulär konvex. Am Dorsalrand ist eine schwache Wellung zu erkennen, der Ventralrand bleibt glatt.

Auf der Innenseite bezieht der horizontale, ziemlich enge und mäßig tiefe Sulcus eine mediane Position. Die Cauda erreicht ca. 1/3 der gesamten Sulcuslänge. Sie verjüngt sich hinten und endet ziemlich spitz. Kurz hinter dem Collum findet sich auf dem Boden ein kleines, ovales Colliculium. Am

Collum ist der Sulcus etwas verengt und öffnet sich dann wieder etwas weiter zum Ostium. Die vordere Begrenzung des engen Ostiums ist unscharf, ein deutliches Colliculum nicht zu erkennen. Die Ränder des Sulcus sind stumpf Crista-artig erhoben. Flache Längsdepressionen begleiten den Sulcus dorsal und ventral.

Vorkommen: St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Calvert Cliffs-Sektion).

**Familia Paralichthyidae**

Genus *Citharichthys* BLEEKER, 1862.

Typus-Art: *Citharichthys cayennensis* BLEEKER, 1862.

***Citharichthys* sp. 1**

Taf. 17 Fig. 14

Material: 1 Otolith (P52).

**Beschreibung:** Der Otolith ist etwas korrodiert und am Caudalende leicht beschädigt. Er besitzt einen gedrungenen, hoch pentagonalen Umriß, ist recht dünn und in beiden Richtungen flach bikonvex. Der Vorderrand fällt steil ab, schwach konvex gebogen und gegen den Dorsal- und Ventralrand durch scharfe Ecken begrenzt. Der Dorsalrand verläuft zunächst annähernd horizontal und schwach konvex gebogen nach hinten. Vom Postdorsaleck fällt er schräg zum sehr spitz ausgezogenen Caudalende ab, unter deutlich konkavem Verlauf. Der stark konvexe Ventralrand bildet einen nahezu rechten Winkel, dessen Ecke zugleich den medianen Schwerpunkt darstellt.

Auf der Innenseite nimmt der gerade, enge und mäßig tiefe Sulcus etwa 2/3 der Otolithenlänge ein und endet ostial mit einem kleinen Einschnitt am Vorderrand. Die deutlich kürzerer Cauda verjüngt sich nach hinten und auch das Ostium wird nach vorn schmaler, so daß der Sulcus um das Collum herum am weitesten ist. Deutliche Colliculi sind nicht zu erkennen. Area und Ventralfeld sind niedrig und flach gewölbt. Mehr oder weniger scharfe Furchen setzten sie dorsal und ventral von den Randbereichen ab.

**Diskussion:** Siehe *Citharichthys* sp. 5.

Vorkommen: Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (White Oak River-Sektion).

***Citharichthys* sp. 2**

Material: 3 Otolithen (P57).

**Beschreibung:** Einige Otolithen aus der Yorktown Formation schließen in der Gesamtmorphologie und der Sulcuspformologie eng an das Muster von *Citharichthys* sp. 1 an. Sie sind nur wenig niedriger und gestreckter, der Ventralrand ist nicht so stark und winklig ausgebogen und das mehr nach ventral verschobene Caudalende nicht

so spitz. Auch in der Sulcuspomorphologie ergeben sich einige Differenzen. Der Sulcus ist kürzer und reicht nicht bis an den Vorderrand.

**Diskussion:** Siehe *Citharichthys* sp. 5.

**Vorkommen:** Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

### ***Citharichthys* sp. 3**

Taf. 17 Fig. 13

**Material:** 1 Otolith (P15).

**Beschreibung:** Der Otolith zeichnet sich durch eine sehr gestreckte Gestalt aus, verbunden mit einer starken prädorsalen Aufwölbung, während der Ventralrand regulär und mäßig konvex verläuft. Der schmale, tiefe Sulcus liegt median in einer deutlich erhobenen Zentralzone der Innenseite, die dorsale und ventral durch kräftige Längsdepressionen von den Randbereichen getrennt wird. Wegen der schon etwas fortgeschritteneren Korrosionen sind weitere Details im Sulcus nicht mehr zu erkennen. Form und Sulcuspomorphologie unterscheiden den Otolithen ausreichend von den anderen Taxa.

**Diskussion:** Siehe *Citharichthys* sp. 5.

**Vorkommen:** Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland (Calvert Cliffs-Sektion).

### ***Citharichthys* sp. 4**

Taf. 17 Fig. 18-20

**Material:** 85 Otolithen, P10(2), P12(1), P14(44), P57(46), P60(4).

**Beschreibung:** Unter diesem Taxon werden relativ kleine, dicke Otolithen zusammengefaßt, die sich durch eine sehr charakteristische Form der dorsalen und caudalen Partie der rechten Sagittae auszeichnen. Der mäßig konvexe bis annähernd gerade Dorsalrand endet bei Adulti in einem überwiegend sehr scharf ausgeprägten Postdorsaleck. Von hier aus fällt er steil, überwiegend konkav eingebogen, zum weit ventral verlagerten und eckig ausgezogenen Caudalende ab. Der Ventralrand verläuft stark konvex, sein etwa medianer Schwerpunkt bildet nicht selten einen medianen Knick.

Das Zentrum der Innenseite nimmt ein kurzer, recht weiter, quer ovaler Sulcus ein. Er ist nicht weiter unterteilt, recht tief und beinhaltet ein ± deutliches, ovals und flaches Colliculum. Die Ränder sind aufgewölbt, umgeben von einer schmalen, verdickten Zone. Das Ventralfeld ist dadurch deutlich abgesetzt, flach bis etwas vertieft. Die ebenfalls flache Area ist weniger deutlich begrenzt. Linke Sagittae unterscheiden sich im Umriß deutlich von rechten. Ihnen fehlt die die scharfe Eckenbildung am Dorsalrand und das Caudalende ist weniger deutlich abgesetzt. Dadurch erscheinen sie mehr schief oval. Die Sulcuspomorphologie entspricht völlig den rechten Sagittae.

**Diskussion:** Siehe *Citharichthys* sp. 5.

**Vorkommen:** St. Marys Formation von Maryland, Eastover und Yorktown Formation von Virginia.

### ***Citharichthys* sp. 5**

Taf. 17 Fig. 21-25

**Material:** 114 Otolithen, P57(109), P22(2), P23(1)

**Beschreibung:** Die Sagittae dieser Art werden recht groß. Sie sind massiv, außen konvex und innen flach. Der OL/OH-Index erreicht bei Adulti Werte um 1. Die rechten Sagittae zeigen eine weit nach ventral verlagertes, eckig ausgezogenes Caudalende. Von hier aus verläuft der Ventralrand gleichmäßig konvex nach vorn und geht fließend in den flach konvexen, steil aufsteigenden Vorderrand über. Die gesamte dorsale Partie erscheint überhöht und der kurze, mäßig konvexe Dorsalrand endet am stumpfen Postdorsaleck. Von hier aus fällt der leicht konkave, lange Hinterrand steil zum Caudalende ab. Die Ränder sind durchweg glatt.

Im Zentrum der Innenseite liegt der weite, kurze, ungeteilte und recht tiefe Sulcus. Er zeigt einen quer elliptischen Umriß und verdickte, erhöhte Ränder. Darunter folgt das sehr flache Ventralfeld, zuweilen schwach konkav. Die Area ist ebenfalls flach, aber weniger deutlich begrenzt.

Linke Sagittae sind mehr rundlich im Umriß, da das Postdorsaleck und das Caudalende nicht so betont sind. Die Sulcuspomorphologie entspricht den rechten.

**Ontogenie und Variabilität:** Das reiche Material beinhaltet eine ziemlich komplette ontogenetische Serie. Juvenile rechte und linke Sagittae sind abgerundet pentagonal im Umriß, durch das schon betonte Caudalende dabei etwas schief. Im Sulcus erkennt man noch die Trennung in Ostium und Cauda. In der rudimentären Cauda liegt ein winziges, ovals Colliculum, im Ostium ein flaches, langovales. Mit weiterem Wachstum verschmelzen die Colliculi und der Sulcus nimmt seine ovale, ungeteilte Form an. Die morphologische Differenzierung der linken und rechten Sagittae setzt sehr bald ein und schon mittelgroße Otolithen zeigen unterschiedliche Formen. Bei den Adulti (vor allem im senilen Stadium) verschwindet häufig das Colliculum völlig und der Sulcus bildet eine einfache, ovale Vertiefung.

**Diskussion:** Die morphologische Differenzierung der linken und rechten Sagittae nimmt teilweise recht extreme Form an, und diese Dissymmetrie kann zu Fehlbestimmungen führen. Die Gattungen *Paralichthys* und *Citharichthys* sind im Westatlantik und Ostpazifik sehr artenreich vertreten. Ihre Otolithen sind nur zum geringen Teil bekannt, so daß die Artbestimmung des jungen fossilen Materials an enge Grenzen stößt und daher unterbleibt. Die Gruppe stellt ab Mittelmiozän einen wichtigen Anteil der neritischen Faunen, in der Belgrade und der Calvert Formation sind Otolithen noch selten (Beginn der Ausbreitung von der Karibik her).

Vorkommen: Yorktown Formation (Rushmere Member Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

#### Subordo Soleoidei

Familia Cynoglossidae JORDAN & GOSS, 1889

#### Subfamilia Symphurinae

Genus *Symphurus* RAFINESQUE, 1810.

Typus-Art: *Citharichthys cayennensis* BLEEKER, 1862.

#### *Symphurus* sp. 1

Taf. 17 Fig. 12

Material: 2 korrodierte Otolithen (P15).

Beschreibung: Der größere Otolith ist höher als lang, hoch elliptisch im Umriß. Der Ventralrand ist stark konvex, der Hinterrand mäßig konvex, ebenso der Vorderrand. Der schwach konvexe, recht kurze Dorsalrand ist eckig gegen den Hinter- und Vorderrand abgesetzt, vorn noch schärfer akzentuiert durch eine konkave Eindellung des Vorderrandes unter dem Prädorsaleck. Sämtliche Ränder sind glatt. In horizontaler und vertikaler Richtung ist der Otolith flach bikonvex gewölbt.

Auf der Innenseite liegt der Sulcus auf einer rundlichen, etwas gewölbten Zentralzone. Er ist außerordentlich flach und kurz und wird durch das erhabene, glatte Colliculum völlig ausgefüllt. Das caudale Colliculum besitzt einen subquadratischen Umriß, das ostiale ist wesentlich kleiner und bildet nur einen rudimentären Appendix. Die Trennung beider Colliculi ist noch deutlich. Eine flache, um die Zentralzone herumziehende Furche trennt sie von den Randbereichen.

Diskussion: Siehe *Symphurus* sp. 2.

Vorkommen: Calvert Formation (Plum Point Marl Member), Maryland (Calvert Cliffs-Sektion).

#### *Symphurus* sp. 2

Taf. 17 Fig. 15-17

Material: 69 Otolithen (P57).

Beschreibung: Unter den Otolithen lassen rechte und linke Sagittae eine deutlich unterschiedliche Entwicklung im Umriß erkennen, wobei die Dissymmetrie nicht so weit geht wie bei den *Citharichthys*-Otolithen. Die rechten Sagittae sind gedrungen rundlich, etwas höher als lang. Der Dorsalrand verläuft gerade bis schwach konvex und endet vorn in einem immer scharf betonten Prädorsaleck, während das Postdorsaleck manchmal gerundet und undeutlich werden kann. Vom Prädorsaleck fällt der Vorderrand zunächst steil ab, unter deutlich konkavem Verlauf, und mündet dann in einen gleichmäßig konvexen Abschnitt ein. Diesen Übergang markiert zuweilen eine stumpfe Ecke. Ventral setzt sich der Vorderrand fließend in den stark konvexen Ventralrand fort, der hinten im mäßig konvexen bis geraden, nahezu senkrecht abfallenden Hinterrand fortsetzt. Auch hier ist am Über-

gang häufig eine schwache Ecke ausgebildet.

Die Innenseite trägt eine umfangreiche, runde, etwas gewölbte Zentralfläche. Auf ihr liegt etwa median der flache Sulcus, dessen Umriß allein vom flachen, etwas erhabenen Colliculum nachgezeichnet wird. Das kleine ostiale und das größere caudale Colliculum sind verschmolzen, wodurch der typisch glocken- bis birnenförmige, mit der Spitze nach vorn gerichtete Umriß entsteht. Eine breite Furche umgibt das Zentralfeld und trennt es von den flachen Randbereichen. Sie mündet posteroventral und -dorsal in flache Depressionen.

Linke Sagittae sind etwas schmaler und höher. Der Dorsalrand verläuft stärker konvex und ist nicht so eckig begrenzt.

Ontogenie und Variabilität: Juvenile Otolithen sind annähernd kreisrund. Das Höhenwachstum ist stärker als das Längenwachstum, wodurch die Otolithen im Laufe der Morphogenese ihre hohe Form erhalten. Gleichzeitig differenzieren sich linke und rechte Sagittae im Umriß.

Diskussion: Tonguefishes der Gattung *Symphurus* stellen ein wichtiges Element der neritischen, warm-temperierten bis tropischen Faunen des Westatlantiks. Allein für die Küsten der USA verzeichnen ROBINS et al. (1986) 11 Arten, weitere kommen in der Karibik und vor Südamerika hinzu. Da aus dieser Fülle nur wenige Informationen über die Otolithen vorliegen, muß eine artliche Bestimmung unterbleiben.

Vorkommen: Yorktown Formation (Rushmere Member Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

#### Pleuronectiformes incertae

#### "genus *Pleuronectiformorum*" sp. 1

Abb. 42/15

Material: 1 Otolith (P10).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
122(P10)	3,7	2,7	0,65	1,4	5,69

Beschreibung: Es liegt nur ein etwas erodierter Otolith vor. Er ist sehr dünn, flach, beide Seiten sind fast eben. Das Caudalende ist gerundet, das Rostralende zugespitzt. Insgesamt ergibt das einen etwas ovoiden Umriß. Am Dorsalrand befindet sich ein stumpfes Prädorsaleck, von hier aus fällt er leicht schräg und wellig nach hinten ab und mündet in den stärker konvexen Hinterrand. Zwischen Rostrum und Hinterrand spannt der Ventralrand einen konvexen Bogen mit etwa medianem Schwerpunkt, flach gewellt. Das massive Rostrum ist stumpf dreieckig, und der Vorderrand steigt schräg zum Dorsalrand an, ohne Spur von Antirostrum und Excisura. Die Außenseite besitzt eine Skulptur aus kurzen, flachen, marginalen Rippen. Das Zentrum bleibt glatt.

Der gerade, mäßig weite und tiefe Sulcus liegt median, ist horizontal ausgerichtet und relativ kurz. Er reicht nicht bis an den Vorderrand. Seine

leistenartig verdickten Ränder setzen ihn gut gegen die Innenseite ab. Er zerfällt etwa zu gleichen Teilen in Ostium und Cauda, wobei sich das Ostium kaum erweitert. Flache, länglich-ovale Colliculi liegen am Boden von Ostium und Cauda.

**Diskussion:** Vergleichbares rezentes Material zur Unterstützung einer näheren Bestimmung steht leider nicht zur Verfügung.

**Vorkommen:** St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Calvert Cliffs-Sektion).

**"genus Pleuronectiformorum" sp. 2**

Abb. 42/16

Material: 1 Otolith (P70).

Maße (in mm):

Nummer	OL	OH	OD	OL/OH	OL/OD
789(70)	4,7	4,3	0,6	1,1	7,8

**Beschreibung:** Auch dieses Taxon ist nur durch einen Otolithen vertreten. Dieser ist außerordentlich dünn und in vertikaler und horizontaler Richtung leicht gebogen. Die Außenseite ist in beiden Richtungen etwas konkav, die Innenseite schwach konvex. An dem im Umriß irregulär pentagonalen Umriß bilden Rostrum und Caudalende, beide inframedian, deutliche Ecken. Am mäßig konvexen Ventralrand ist der Schwerpunkt weit nach hinten gerückt. Am Dorsalrand bilden das stumpfe Post- und Prädorsaleck die markanten Punkte, dazwischen verläuft schwach er konvex und fällt nach hinten leicht schräg ab. Vom Postdorsaleck fällt der Hinterrand zunächst senkrecht ab und biegt dann zum Caudalende um. Der schräge, wenig gebogene Vorderrand verbindet Rostrum und Prädorsaleck. Die Ränder sind ± gezähnelte, am stärksten dorsal. Diese Zähnelung korrespondiert mit flachen, randlichen Rippen auf der Außenseite.

Der gerade, horizontal ausgerichtete Sulcus ist flach und teilt sich gleichmäßig in Ostium und Cauda, wobei das Ostium etwas erweitert ist und einen ovalen Umriß erreicht. Auf dem Boden von Ostium und Cauda liegen flache Colliculi. Unter dem Sulcus erstreckt sich eine glatte, niedrige und etwas gewölbte Ventralfläche, vom breiten Randsaum durch die randferne Ventrallinie getrennt. Die Area über dem Sulcus läuft dorsal unscharf begrenzt aus. Ventral ist sie etwas vertieft und vom Sulcus durch die schmal leistenförmige Crista superior getrennt.

**Diskussion:** Auch hier beschränkt der Mangel an rezentem Vergleichsmaterial die Bestimmbarkeit.

**Vorkommen:** St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Calvert Cliffs-Sektion).

**Subordo Tetraodontoidei**

**Familia Diodontidae COPE, 1872**

Genus *Diodon* LINNAEUS, 1758

Typus-Art: *Diodon hystrix* LINNAEUS, 1758

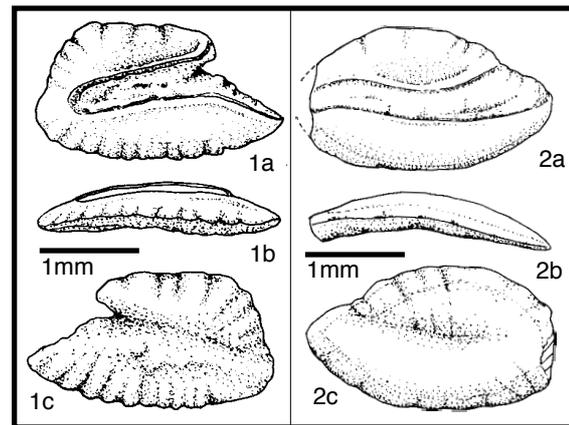


Abb. 43

Abb. 43/1: "genus Euteleosteorum" sp. 1

Linke Sagitta Nr. 1022(P68), a: Innenseite, b: ventral; c: Außenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Abb. 43/2: "genus Euteleosteorum" sp. 2

Linke Sagitta Nr. 862(P68), a: Innenseite, b: ventral; c: Außenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River Sektion).

Fig. 43

Fig. 43/1: "genus Euteleosteorum" sp. 1

Left sagitta No. 1022(P68), a: inner face, b: ventral; c: outer face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 43/2: "genus Euteleosteorum" sp. 2

Left sagitta No. 862(P68), a: inner face, b: ventral; c: outer face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

**Diodon sp.**

**Diskussion:** Artlich nicht bestimmte Kiefer mit der typische Gebißstruktur können der Gattung *Diodon* zugeordnet werden. Es handelt sich um eine Warmwassergruppe, heute an den US-Atlantikküsten mit zwei Arten vertreten. *Diodon* ist damit als Indikator für warmes Klima geeignet.

**Vorkommen:** Pungo River Formation, N. Carolina (Lee Creek Formation).

**Euteleosteus inc. sedis**

**"genus Euteleosteorum" sp. 1**

Abb. 43/1

Material: 1 Otolith (P25).

**Beschreibung:** Der perfekt erhaltene, sehr kleine und dünne Otolith zeichnet sich durch ein massives, langes und spitzes Rostrum aus, das durch eine enge, scharf eingeschnittene Excisura vom ebenfalls gut entwickelten Antirostrum getrennt wird. Der sehr hohe Hinterrand ist schräg abgeschnitten und endet oben im Postdorsaleck, unten im weit nach ventral verschobenen Caudalende. Dorsal- und Ventralrand verlaufen nur leicht konvex und sind relativ kräftig gekerbt.

Der weite, flache Sulcus orientiert sich diagonal zur Otolithenachse und öffnet sich ostial trichterförmig, indem Dorsal- und Ventralrand des Osti-

ums gleichmäßig divergieren, ohne daß Ostium und Cauda scharf zu trennen sind. Eine ungegliederte colliculäre Masse erfüllt den gesamten Sulcus.

**Diskussion:** Vergleichbare Otolithen rezenter Fische konnten nicht ermittelt werden und möglicherweise handelt es sich um eine ausgestorbene Gruppe.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

### "genus Euteleosteorum" sp. 2

Abb. 43/2

**Material:** 1 Otolith (P42).

**Beschreibung:** Der recht dünne Otolith ist am Caudalende beschädigt, sonst aber recht gut erhalten. Er besitzt einen länglich-ovalen Umriß, durch das zugespitzte Rostralende tropfenförmig modifiziert, und ist in Längsrichtung deutlich gebogen, außen konkav und innen konvex. In vertikaler Richtung sind beide Seiten schwach konvex. Am konvexen Dorsalrand befinden sich einige schwache, irreguläre Kerben, während der ebenfalls konvexe Ventralrand nur schwache Undulationen zeigt. Der etwa median liegende Sulcus ist sigmoidal geschwungen, schmal und flach. Er öffnet sich ostial etwas weiter durch die Aufbiegung des Dorsalrandes, wobei eine deutliche Abgrenzung von Ostium und Cauda nicht zu erkennen ist. Der Dorsalrand des Sulcus endet an einer schwachen Eindellung des Vorderrandes (Andeutung einer Excisura). Der Ventralrand des Sulcus läuft an der Spitze des kräftigen, massiven Rostrums aus. Eine ungegliederte, relativ dicke colliculäre Masse füllt den gesamten Sulcus aus. Über dem mittleren Teil des Sulcus erstreckt sich eine längliche, ventral vertiefte Area, vom Sulcus durch eine hier deutlich betonte Crista superior getrennt. Die Ventrallinie verläuft extrem randnah, so daß das gewölbte und glatte Ventralfeld fast die gesamte Fläche unter dem Sulcus einnimmt.

**Diskussion:** Im Moment sind keine Anhaltspunkte für die systematische Stellung des Otolithen zu eruieren. Es ist auch nicht sicher, ob es sich überhaupt um einen Perciformes-Otolithen handelt.

**Vorkommen:** Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

## 5. Ergebnisse

### 5.1. Paläoökologische Interpretation der untersuchten Faunen

Eine aussagekräftige paläoökologische Analyse der fossilen Faunen erfordert quantitative Aufsammlungen und eine größere Anzahl von Otolithen für statistische Auswertungen. Als Mindestmenge für statistische Auswertungen werden etwa 100 Otolithen aus einer Probe angesehen. Damit

werden mit einiger Sicherheit die wichtigsten Taxa erfaßt. Großproben zeigen, daß mit sehr viel Material die Artenzahl bis zu einem gewissen Punkt zunimmt (etwa bei 1000 Otolithen), dann ist kaum noch ein Anstieg der Artenzahl festzustellen. Mit anderen Worten: Ab einer bestimmten Menge von Otolithen sind auch akzessorische Taxa belegt und eine Assoziation ist vollständig erfaßt. Größere Probenmengen bringen dann in der Regel nur noch einzelne, außerordentlich seltene weitere Arten, die häufig nicht in die Assoziation passen (z.B. von Raubfischen, die zwischen verschiedenen Biotopen wechseln, ausgeschiedene Otolithen von Beutefischen).

In Abb. 44 sind die statistischen Zusammenhänge von Artenzahl, Quantität und Probenmenge für die untersuchten Formationen zusammengestellt. Die umfangreichsten Kollektionen stammen aus der Piney Point Fm., St. Marys Fm. und Yorktown Fm. (Rushmere Member) (jeweils weit über 1000 Otolithen). Die Teleostei-Assoziationen dieser Formationen bzw. Member dürften damit nahezu vollständig erfaßt sein. Mit jeweils über 500 Otolithen ist auch Belgrade Fm. und Old Church Fm. sehr gut repräsentiert, und weitere Arbeiten in diesen Formationen dürften nur noch einige Akzessorien liefern. Bed 10 der Calvert Formation mit über 350 Otolithen ist noch sehr gut dokumentiert. Hier ist aber eine im Vergleich zur Otolithenmenge sehr hohe Artenzahl zu verzeichnen. Unter diesen Umständen würden weitere Arbeiten sicher noch einen erheblichen Zuwachs an Taxa erbringen.

Unbefriedigend sind noch die Resultate bei Choptank Fm. und Eastover Fm. Bei der Choptank Fm. liegt das Mißverhältnis von Probenmenge und Otolithenzahl sicher an einer hohen Sedimentationsrate, kombiniert mit Umlagerungen und Sortierungen. Das im Verhältnis zur Probenmenge spärliche Ergebnis in der Eastover Formation ist auf eine Kombination mehrerer Ursachen zurückzuführen (ebenfalls partiell hohe Sedimentationsraten, aber auch aus paläoökologischen Gründen primär geringe Artenzahl in der sehr artenarmen Spisula-Fazies sowie partielle Entkalkung). Beide Formationen sind damit noch nicht ausreichend dokumentiert und Biostatistiken erfassen lediglich die häufigsten Taxa. Damit lassen sich zwar einige Trends in der Faunenentwicklung erkennen, aber statistisch abgesicherte Interpretationen bedürfen noch größerer Kollektionen. Beide Formationen müssen noch intensiver bearbeitet werden. Wünschenswert ist weiterhin noch eine Untersuchung der in diese Arbeit nicht einbezogenen jüngsten Formationen (oberpliozäne bis quartäre). Damit ließe sich eine der weltweit wenigen kompletten neogenen Faunenabfolgen gewinnen und auswerten.

In der Regel bildet der aktualistische Vergleich der fossilen Taxa mit den nächstverwandten rezenten Taxa die Basis für eine paläoökologische Interpretation. Die erforderlichen Daten hierzu sind in Tabelle 2 (im Anhang) zusammengestellt, kompiliert aus der erreichbaren ichthyologischen Literatur. Da insbesondere in den neogenen Faunen saisonale Klimaschwankungen und dadurch verursachte saisonale Wanderungen vieler Fische die Struktur fossiler Faunen mehr oder weniger deut-

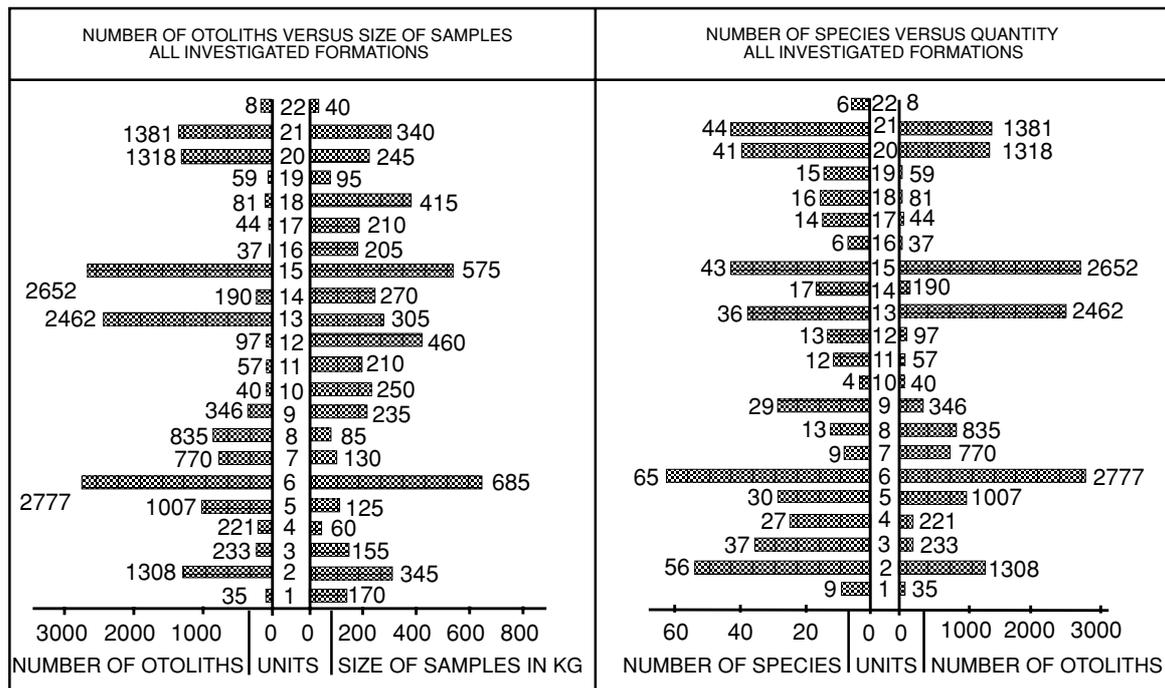


Abb. 44: Statistische Korrelation von Otolithenzahl, Probengröße und Artenzahl für die untersuchten Formationen.

Units: 1-6: Piney Point Formation: 1 Bed A basaler Bereich, 2: Bed A mittlerer Bereich, 3: Bed A oberer Bereich, 4: Bed B, 5: Bed C, 6: Formation total; 7: Old Church Formation; 8: Belgrade Formation; 9: Calvert Formation (Bed 10); 10-12: Choptank Formation, 10: Drumcliffs Member, 11: Boston Cliffs Member, 12: Formation total; 13-15: St Marys Formation, 13: Little Cove Point Member, 14: Windmill Point Member, 15: Formation total; 16-18: Eastover Formation, 16: Claremont Manor Member, 17: Cobham Bay Member, 18: Formation total; 19-21: Yorktown Formation, 19: Sunken Meadow Member, 20: Rushmere Member, 21: Formation total, 22: Duplin Formation.

Fig. 44: Statistical correlation of number of otoliths, size of samples and number of taxa of investigated formations.

Units: 1-6: Piney Point Formation: 1 Bed A basal part, 2: Bed A middle part, 3: Bed A upper part, 4: Bed B, 5: Bed C, 6: formation total; 7: Old Church Formation; 8: Belgrade Formation; 9: Calvert formation (Bed 10); 10-12: Choptank Formation, 10: Drumcliffs Member, 11: Boston Cliffs Member, 12: formation total; 13-15: St Marys Formation, 13: Little Cove Point Member, 14: Windmill Point Member, 15: formation total; 16-18: Eastover Formation, 16: Claremont Manor Member, 17: Cobham Bay Member, 18: formation total; 19-21: Yorktown Formation, 19: Sunken Meadow Member, 20: Rushmere Member, 21: formation total, 22: Duplin Formation.

lich beeinflussen, sind auch hierzu die erreichbaren Daten in Tabellenform zusammengefaßt (Tabelle 3 im Anhang).

### 5.1.1. Aquia Formation und Nanjemoy Formation

Da im Rahmen einer Exkursion nicht das gesamte Tertiär der Atlantic Coastal Plains abgedeckt werden konnte, wurde der Schwerpunkt der Arbeiten auf den Abschnitt Mitteleozän bis Neogen gelegt. Aus der Aquia Formation wurden einige Stichproben geschlämmt, aus der Nanjemoy Formation ca. 170kg Sediment (vor allem Woodstock Member). Die Proben aus der Aquia Formation enthielten kaum Otolithen (Aragonit-Problem). Die wenigen Exemplare sind stark korrodiert und nicht bestimmbar. Ähnliches gilt für die Nanjemoy Formation. Die 170kg Proben erbrachten nur 35 einigermaßen bestimmbare Otolithen, vor allem aus dem Woodstock Member, die sich auf 9 Taxa verteilen. Einige davon reichen bis in die mitteleozäne Piney Point Formation. Die beiden Formationen bieten sicher ein hohes Potential, doch sind zeitaufwendige

Prospektionen erforderlich, um von partieller Entkalkung nicht betroffene Aufschlüsse zu finden. In den Aufschlüssen konnten aber zahlreiche Selachierzähne gesammelt werden. Dies ermöglicht eine sichere stratigraphische Einordnung der betreffenden Taxa. Vergleicht man die Faunen mit gleichaltrigen neritischen Faunen Westeuropas, ergibt sich ein ziemlich ähnliches Bild. Westatlantische Endemismen sind nicht zu erkennen. Die oberpaleozänen Assoziationen der Aquia Formation werden von *Striatolamia striata* beherrscht, ähnlich wie in Westeuropa. Wichtig sind weiterhin *Carcharias hopei* und *Anomotodon novus*. Letztere Arten kommen noch in der tieferen Nanjemoy Formation vor, während *Striatolamia striata* durch *S. macrota* abgelöst wird. Auch dieser Wechsel verläuft synchron zu Westeuropa, verbunden mit dem Auftreten von *Otodus obliquus*. Die paleozänen und untereozänen Selachier-Faunen des Nordatlantiks lassen keine Provinzialisierung erkennen. Das Fehlen mancher kleinwüchsiger Taxa ist eher auf Nachweislücken denn auf primäres Fehlen zurückzuführen. Dafür stehen die Erstnachweise einiger kleinwüchsiger Taxa durch eigene Arbeiten.

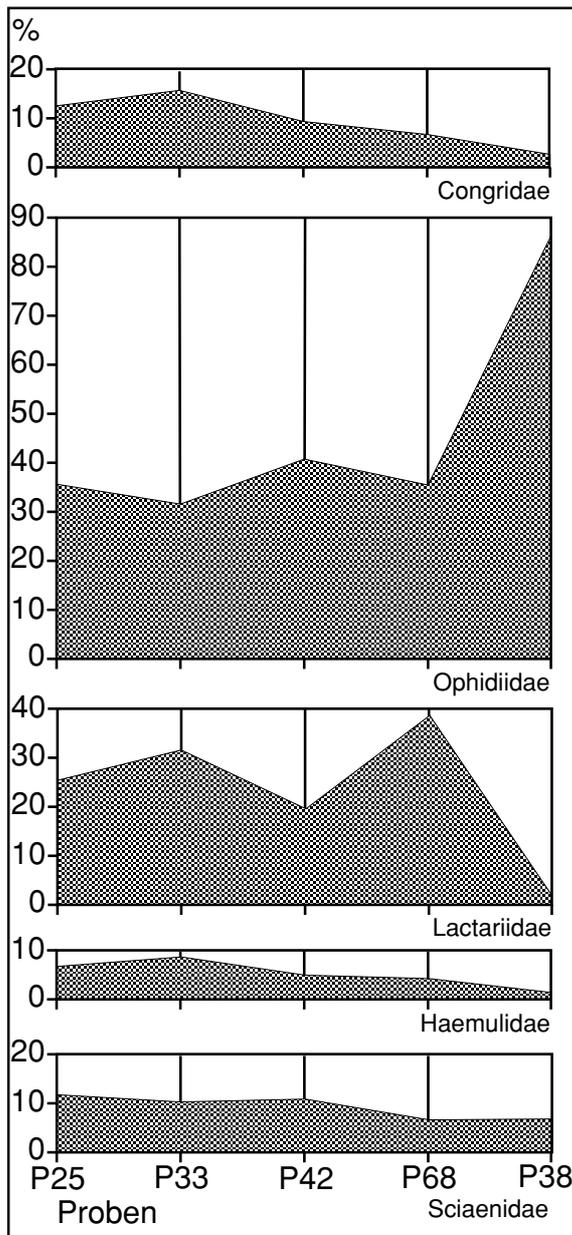
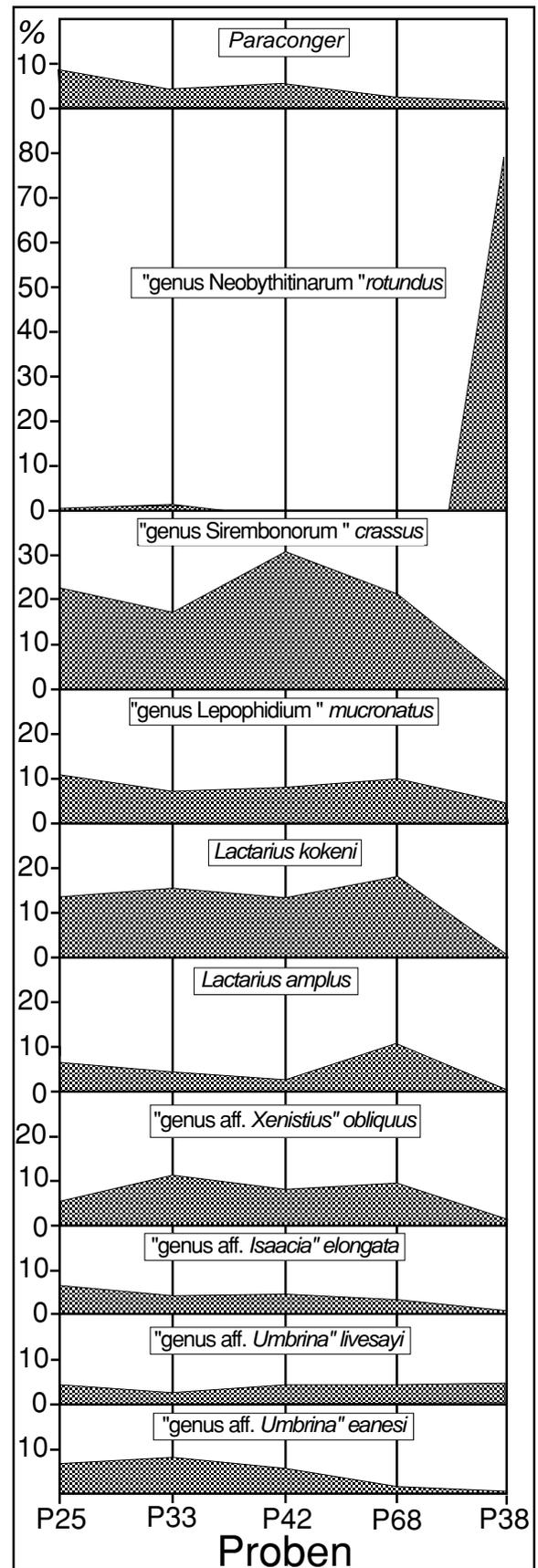


Abb. 45: Prozentuale Beteiligung der wichtigsten Teleosteer-Familien an den Assoziationen der Piney Point Formation (P-Nummern = Probennummern). P25, P31 und P41 Basis Bed A; P33, P34 und P42: mittlerer Teil Bed A; P66 und P67 hangender Bereich Bed A; P68: Bed B; P38: Bed C.

Fig. 45: Percentual participation of most essential Teleostean families in the associations of the Piney Point Formation (P-numbers = sample numbers). P25, P31 und P41 base of Bed A; P33, P34 und P42: middle part of Bed A; P66 und P67 upper part of Bed A; P68: Bed B; P38: Bed C.

Abb. 46: Prozentuale Beteiligung der wichtigsten Teleosteer-Arten an den Assoziationen der Piney Point Formation.

Fig. 46: Percentual participation of most essential Teleostean species in the associations of the Piney Point Formation.



### 5.1.2. Piney Point Formation

Die Piney Point Formation wurde wegen ihres Reichtums an Fischresten und der relativ guten Aufschlußsituation sehr umfangreich beprobt. Insgesamt wurden über den gesamten Bereich der Piney Point Formation Proben von ca. 685 kg entnommen und geschlämmt. Dies erbrachte ein Ergebnis von 2777 bestimmbarer Otolithen, die sich auf rund 60 Taxa verteilen. Die durchschnittliche Otolithenzahl pro kg beträgt etwa 4, was etwas über dem normalen Durchschnitt eines Schelf-Sediments liegt. Dabei wurden Schwankungen von knapp 2 bis über 10 Otolithen per kg Sediment beobachtet. Da alle Proben auf die gleiche Weise bearbeitet wurden, sind künstliche Differenzen durch unterschiedliche Bearbeitungsmethodik auszuschließen. Selektive Lösung der Otolithen kommt bei der meist sehr guten Erhaltung als verfälschender Faktor ebenfalls nicht in Betracht. Vielmehr spiegeln die Schwankungen lithofazielle und ökologische Einflüsse (Sedimentationsraten, Biomasse-Produktion und Populationsdichten) wieder. Die Otolithen dürften die Zusammensetzung der einzelnen Assoziationen recht exakt zum Ausdruck bringen. Dies betrifft natürlich nur die Gruppen, die das entsprechende Potential an erhaltungsfähigen Otolithen mitbringen. Einige Gruppen mit sehr fragilen Otolithen (z. B. Scombridae) lassen sich fast nur durch Skelettelemente nachweisen (hier beispielsweise Zähne von *Scomberomorus* oder verwandte Gattungen, Scombridae), Otolithenfunde gehören zu den Ausnahmen. Die Selachier sind durch 20 Taxa vertreten, was ebenfalls eine hohe Artenzahl im Verhältnis zur Probenmenge bedeutet. Im Vergleich zum bisher publizierten Material aus der Piney Point Fm. hat die Neuaufsammlung in der Piney Point Formation einen enormen Kenntniszuwachs gebracht, der nur aus der bisher unzureichenden und selektiven Bearbeitung zu erklären ist. Nennungen von Teleostei-Taxa bezogen sich bisher ausschließlich auf Skelettelemente und Kieferzähne (Phyllodontidae, Scombridae etc.), Otolithen wurden nicht bearbeitet.

Mit ca. 60 auf Otolithen basierenden Teleostei-Taxa und 20 Selachier-Taxa liegt die Artenzahl in der Piney Point Formation weit über dem von den meisten anderen bearbeiteten Faunen bekannten Niveau. Sie nimmt unter den untersuchten Faunen die erste Stelle ein, und ein ähnliches Niveau wurde nur noch in der pliozänen Yorktown Formation beobachtet. Aus technischen Gründen (Zugänglichkeit der Aufschlüsse) kommt das meiste Material aus dem tieferen und mittleren Bereich von Bed A (345 kg Probenmenge, 1308 Otolithen, 56 Taxa). Der hangende Abschnitt von Bed A zeigte die geringste Otolithen-Dichte (1,5 pro kg Sediment, 233 Otolithen aus 155 kg Sediment, 37 Taxa). Aus Bed B erbrachten 60 kg Sediment 221 Otolithen (ca. 3,7 pro kg Sediment), die sich auf 27 Taxa verteilen. In Bed C steigt die Zahl der Otolithen enorm an. Aus 125 kg Sediment wurden 1007 Otolithen isoliert (8,07/kg), die sich auf 30 Taxa verteilen. Die

Hauptmasse der Selachier kommt aus dem basalen Bereich von Bed A, wobei Umlagerungen aus der Nanjemoy Formation nachzuweisen sind (viele der großen *Striatolamia*-Zähne zeigen Spuren von Umlagerung). Die Konzentration der großwüchsigen Zähne nimmt über dem Transgressionshorizont schnell ab und die Zähne kleinwüchsiger Arten bestimmen das Bild. Sie sind jedoch nicht sehr häufig anzutreffen.

Den Kern der Teleostei-Assoziationen stellen dominierende Arten einiger weniger Gruppen: Anguilliformes (Pterothrissidae, Heterenchelyidae, Congridae etc.), Ophidiiformes (Ophidiidae) und Percoidei (Sciaenidae, Pomadasyidae und Lactariidae). Die anderen Gruppen sind mehr oder weniger akzessorisch an den Assoziationen der einzelnen Horizonte beteiligt. Manche sind sehr selten (Einzelfunde) und in der Regel nur in Großproben zu erwarten. Das zeigt sich deutlich im Verhältnis von Probenmenge, Otolithenzahl und Artenzahl. Interessant ist die Entwicklung der Faunenstruktur vom Liegenden zum Hangenden der Piney Point Formation (Abb. 45/46).

Im basalen Bereich (Transgressionshorizont) liegt der Anteil der Congridae bei 12-15%, der der Ophidiiformes schwankt zwischen 20 und über 30%. Im Minimum von P31 steigt gleichzeitig der Anteil der sonst mehr akzessorischen Gruppen an, denn bei den anderen im Diagramm erfaßten Gruppen ergeben sich nur wenige Veränderungen: Pomadasyidae um 8-12%, Lactariidae um 18-20% und Sciaenidae um 8-12%. Im mittleren Teil von Bed A steigt der Anteil der Ophidiiformes auf um 40%, etwas auf Kosten der Congridae, vor allem aber der Akzessorien. Das Verhältnis Pomadasyidae zu Lactariidae ist größeren Schwankungen unterworfen. Die Sciaenidae liegen bei 10-15%, die Lactariidae nehmen konstant ab auf nur noch 8%. Die Zunahme der Ophidiiformes deutet eine Vertiefung des Meeres an. Mit fortschreitender Transgression rückte der untersuchte Sedimentationsraum vom flachen Sublitoral in tieferes Sublitoral. Aufarbeitung und Umlagerung von älterem Material spielen keine Rolle mehr und die Selachier sind durchweg als nicht umgelagertes, isotopes Material der Piney Point Formation anzusehen. Bei den mechanisch und chemisch wenig stabilen Otolithen spielen Umlagerungen keine Rolle, es sind nach Literatur keine Geisterfaunen bekannt.

Die Verhältnisse ändern sich vom oberen Bereich von Bed A bis zum Bed B dann deutlich. Die Sciaenidae nehmen von P66 bis P68 kontinuierlich ab und erreichen im höchsten Teil von Bed A bis Bed B ihr Minimum. Ähnlich verhält es sich mit den Pomadasyidae (Minimum mit rund 4% in P66). Parallel dazu erfolgt ein deutlicher Anstieg der beiden *Lactarius*-Arten, die bis knapp unter 30% der Otolithen kommen. Der Anteil der Ophidiiformes schwankt zwischen etwa 20-40%, wobei das Maximum etwas unter der Obergrenze von Bed A (P66) liegt. Im Bed C (P38) schließlich ist ein dramatischer Wechsel der Faunenstruktur zu verzeichnen.

Der Anteil der Ophidiiformes kommt auf über 80%, wobei knapp 80% allein von einer Art ("genus Neobythitinarum" *rotundus*) gestellt werden. Die Artenzahl nimmt im Verhältnis zur Otolithenzahl erheblich ab, die bisher mit bestimmenden Gruppen fallen in den Rang von Akzessorien. Lediglich Sciaenidae erreichen mit rund 7,5% noch einen nennenswerten Anteil.

Die Veränderungen in den Faunen folgen ganz offensichtlich dem Transgressionszyklus der Piney Point Formation. Der Übergang vom Litoral bis zum flachen Sublitoral äußert sich in der allmählichen, wenn auch nicht gleichmäßigen Abnahme der Sciaenidae und Pomadasyidae. Beide Gruppen sind typisch für küstennahes Flachwasser. Die Gattung *Lactarius* hingegen ist zwar von der Basis an immer reichlich vertreten, nimmt aber zum Hangenden von Bed A zu und erreicht in P67/P68 (oberster Bereich Bed A u. Bed B) das Maximum. Dabei verschiebt sich das Verhältnis der beiden Arten auch signifikant zugunsten von *Lactarius* aff. *amplus*. Während *Lactarius amplus* im tieferen Bereich von Bed A häufig mehr als 2/3 der beiden *Lactarius*-Arten stellt, zieht *Lactarius kokeni* in P67 annähernd gleich, bleibt aber in Bed B schon wieder deutlich zurück. Offensichtlich dominiert *L. kokeni* im Litoral bis sehr flachen Sublitoral, während *L. aff. amplus* charakteristisch für etwas tieferes Sublitoral ist. Vor allem in Gebieten, wo sich die Areale von mehreren Arten einer Gattung überschneiden, kommt es zur Aufteilung des Raumes nach Wassertiefe mit Dominanz jeweils einer Art. Ähnliche Verhältnisse sind auch bei rezenten Gattungen zu beobachten (z.B. rezente *Urophycis*-Arten an der US-Atlantikküste). Nach den untersuchten Assoziationen dürfte der höhere Bereich von Bed A den Höhepunkt der Transgression mit maximaler Subsidenz des Beckens repräsentieren. Minima bei den hier statistisch ausgewerteten Gruppen werden verursacht durch eine im Verhältnis zur Otolithenmenge höhere Artenzahl und quantitativ stärkere Beteiligung anderer Taxa an den Assoziationen. Diese kommen sonst nur akzessorisch vor und sind in den Diagrammen nicht mit erfaßt. Im Bed B kehren die Verhältnisse wieder um (neben der Umkehr in der Relation der beiden *Lactarius*-Arten gewinnen Sciaenidae und Pomadasyidae wieder deutlich an Boden) und der rezessive Hemizyklus kündigt sich an, noch deutlicher dann im Bed C zu erkennen. Insgesamt reichen die Bedingungen in der Piney Point Formation jedoch nicht über flaches Sublitoral bis inneren Schelf (maximal um 50-75m Wassertiefe) hinaus. In Faunen des äußeren Schelfs mit ungehinderter Kommunikation zum offenen Ozean ist in der Regel schon ein deutlicher Anteil mesopelagischer Elemente zu beobachten (Myctophidae etc.). Mesopelagische Faunenelemente fehlen in der Piney Point Formation jedoch völlig.

Der Faunenschnitt von Bed B zu Bed C ist mit einem aktualistischen Vergleich allein nicht zu interpretieren, denn die dominierende Art "genus Neobythitinarum" *rotundus* besitzt keine rezenten

Verwandten. Deutlich sinkende Artenzahl der Fauna, verbunden mit der sehr deutlichen Dominanz einer Art, sind jedoch nicht selten bei beginnender Verbrackung zu beobachten. Die Salinität ist noch hoch genug für marine Faunenelemente, liegt aber für die meisten Arten schon unterhalb des Optimums, womit die Abwanderung dieser Arten beginnt. Die freiwerdende Nischen besetzen dann einige stärker euryhaline "Spezialisten". "genus Neobythitinarum" *rotundus* ist schon von der Basis der Piney Point Formation an vertreten, aber sehr selten und statistisch nicht darstellbar (Einzelfunde). Die "Explosion" der Art muß also ökologische Gründe haben und basiert nicht auf einer Neuweinerwanderung. Bed C repräsentiert ganz offensichtlich den regressiven Hemizyklus der Piney Point Formation und den Übergang von euhalinen zu (schwach) brachyhalinen Verhältnissen. Die Sedimentationsraten müssen recht gering gewesen sein angesichts der hohen Otolithen-Dichte im Sediment. Ein weiteres Indiz dafür ist die hohe Siedlungsdichte von *Cubitostrea sellaeformis* (isotopes Material, z.T. doppelklappig und rechte Klappe von Epöken besetzt). Solche Bedingungen erfüllen am ehesten die vom offenem Meer durch Nehrungen oder Sandbarren getrennten "Backwaters" in einer Küstenebene mit geriner Reliefenergie und dichter Vegetation, damit sehr geringer Zufuhr von klastischem Material. Adäquate Bedingungen sind in den lagunären "Backwaters" der Küsten von North Carolina bis zum Golf von Mexico zu finden (mit *Crasostrea virginica*), die teilweise die Dimensionen von Randbecken im europäischen Tertiär erreichen.

Das Paläoklima in der Piney Point - Zeit ist als sehr warm zu interpretieren (subtropisch bis tropisch). Sämtliche Gattungen, welche noch rezent vorkommen, zeigen hochtropische bis subtropische Verhältnisse an (siehe Tabelle 2), viele sind exklusiv tropisch. Ähnliche Faunen finden sich im Eozän Westeuropas sowie in der westlichen Tethys und den angrenzenden atlantischen Randbecken in Nord- und Westafrika, wobei aus dem afrikanischen Raum bisher nur die Selachiergemeinschaften gut bekannt sind. Allerdings fehlen einige hochtropische Taxa, die aus der Tethys und der Golfküstenebene der USA bekannt sind (z.B. *Hemipristis*). Insgesamt ist der Anteil tethyalen Elemente jedoch auffällig hoch, was die Zugehörigkeit des eozänen Westatlantiks zur tethyalen Provinz belegen. Die Differenzierung der atlantischen Faunen hat im Mitteleozän noch keine besonders bemerkenswerte Ausmaße erreicht. Lediglich das massive Auftreten der im Eozän endemisch westatlantischen Sciaenidae verleiht der Fauna der Piney Point Formation einen stärker lokal gefärbten Anstrich.

### 5.1.3. Old Church Formation

Die oberoligozäne Old Church Formation ist erst in den letzten Jahren durch Aufschlüsse am Pamunkey River und Chickahominy River in Virginia bekannt geworden und das hier behandelte Ma-

terial stellt die erste Kollektion oberoligozäner Otolithen der USA dar. Zeitlich äquivalent sind die höheren Bereiche der River Bend Formation in North Carolina und der höchste Teil des Ashley Formation in South Carolina. Beide sind partiell entkalkt (Aragonit!) und haben keine Otolithen geliefert. Auch der größte Teil der Old Church Formation ist partiell entkalkt, doch konnten in der Kiesgrube Bottoms Bridge am Chickahominy River Otolithen gesammelt werden, zusätzlich die erste stratigraphisch sichere und reiche Selachier-Assoziation aus dem westatlantischen Oberoligozän.

Aus ca. 130 kg Sediment von Bottoms Bridge wurden rund 770 Otolithen isoliert, teilweise stärker korrodiert. Bestimmen ließen sich 9 Arten, weitere unbestimmbare Taxa sind durch stark korrodierte Otolithen belegt. Die Assoziation ist durch Selektion der gegen Korrosion sehr widerstandsfähigen, massiven Sciaenidae-Otolithen geprägt und repräsentiert nicht mehr die primäre Faunenstruktur. Dennoch hat gerade diese Fauna einige hochinteressante Arten geliefert, die wesentlich zum Verständnis der Faunenentwicklung beitragen.

Dominierend sind Otolithen vom *Umbrina*-Typus, die der Gattung *Umbrina* zugerechnet werden können. *Umbrina* stellt rezent überwiegend ausgesprochene Flachwasserarten der tropischen bis subtropischen Meere, einige Arten reichen bis in den warm-temperierten Bereich (wenigstens saisonal). Ein weiterer wichtiger, wenn auch quantitativ schon weit hinter den *Umbrina*-Otolithen zurückfallender Anteil an der Teleosteer-Assoziation bildet die Gadidae-Gattung *Phycis*. Rezente Arten der stärker eurythermen Gattung kommen vom warm temperierten bis zum arktischen Bereich vor und besiedeln in erster Linie tiefere Schelfbereiche, kommen aber auch im flachen Sublitoral vor. Ein typischer Sandbodenbewohner des inneren Schelfes ist *Trachinus*, heute nur noch ostatlantisch verbreitet. Die ebenfalls stärker eurytherme Gattung ist zur paläoklimatischen Analyse wenig aussagekräftig. Akzessorisch vorhanden sind noch *Conger*, *Epinephelus*, Carangidae und Sparidae, die von der warm-temperierten Zone bis in die Tropen reichen und überall in flachen Schelfmeeren beheimatet sind.

Die Liste der Selachier ist lang (Tab. 4) und umfaßt vor allem Gattungen der warmen Meere, wobei *Cetorhinus*, *Carcharoides* und *Raja* einen ersten deutlichen Schub temperierter Elemente in den untersuchten Faunen anzeigen. Die fossile Gattung *Carcharoides* war im Neogen antitropisch verbreitet und läßt sich gut vergleichen mit rezenten *Lamna*-Arten (Heringshaie). Der nordatlantischen Art *C. caticus* steht die südatlantische Art *C. totuseratus* aus dem Miozän von Patagonien gegenüber. Mit dem Auftreten von *Phycis* beginnt die Südwanderung der Gadidae an der US-Atlantikküste. Sie setzte (nach unpubliziertem Material von NOLF, Brüssel) bereits im Vicksburgian (tieferes Oligozän) ein. Insgesamt zeigt diese Assoziation des inneren Schelfes eine deutliche Abkühlung gegenüber der

hochtropischen Assoziation der Piney Point Formation an. Sie nimmt eine ähnliche Position ein wie die rezenten warmtemperierten Faunen von den Carolinas bis Nordflorida, wo sich auf Grund saisonaler Wanderungen (Sommer-Winter-Zyklus) tropische und temperierte Arten im Areal überlappen. Rein boreale Faunenelemente, wie sie heute im Winter maximal etwa bis Cape Hatteras wandern (diverse Gadidae etc.), fehlen völlig. Schließlich muß der Einfluß von Kaltwasserauftrieb (coastal upwelling) in Erwägung gezogen werden, worauf die hohe Funddichte bei Selachierzähnen (hohe biologische Produktivität) und Phosphate hindeuten.

#### 5.1.4. Ashley Formation

Aus dem hangenden Bereich der Ashley Formation (Edisto River, S. Carolina) stehen allein Selachier zur Verfügung. Die Selachier-Assoziation steht der der Old Church Formation und der untermiozänen Belgrade Formation sehr nahe. Der hohe Anteil von *Dasyatis* ist als Indiz für inneren Schelf zu werten, wobei die perfekte Erhaltung der Zähne für eine Sedimentation unterhalb der Sturmwellenbasis (keine Aufarbeitungen und Umlagerungen durch grundberührenden Seegang) spricht. Wassertiefen zwischen 40 und 80-100 Metern sind anzunehmen. Die enorme Funddichte von Fischresten (Teleostei nur Knochenreste, keine Otolithen) in der Ashley Formation wird als Resultat einer durch upwelling verursachten enormen Biomasseproduktion angesehen, verbunden mit sehr niedrigen Sedimentationsraten. Daran sind nicht zuletzt auch die ökonomisch bedeutsamen Phosphatlagerstätten der Cooper und Ashley Formation gebunden. Im kühlen Tiefwasser, welches in den Upwelling-Gebieten weit auf den Schelf vordrang, fanden sich auch gute Lebensbedingungen für Rochen der Gattung *Raja*. *Raja*-Zähne sind in der Ashley Formation erstmalig für das westatlantische Tertiär nachweisbar und hier recht häufig.

#### 5.1.5. Belgrade Formation

Die Belgrade Formation (Haywood Landing Member) lieferte aus 85kg Sediment der Typus-Lokalität (Haywood Landing am White Oak River, N. Carolina) rund 250 Otolithen. Weitere rund 575 Otolithen wurden in der nur wenige Meilen entfernten Mergelgrube Silverdale von der Aufschlußoberfläche abgelesen (Sediment wegen des hohen Karbonatanteils nicht schlammbar). Obwohl beim oberflächlichen Absammeln die Gefahr besteht, kleine Otolithen zu übersehen, zeigt die quantitative Analyse der Proben (Abb. 47), daß nur geringe Differenzen zu den geschlammten Proben bestehen. Damit dürfte auch in Silverdale die Assoziation ziemlich vollständig erfaßt sein. Die insgesamt 835 Otolithen verteilen sich auf 13 Arten. Dies bedeutet eine sehr geringe Artenzahl im Verhältnis zur Otolithenzahl. Neben den Otolithen fanden sich

zahlreiche Selachierzähne, die sich auf rund 20 Taxa verteilen und eine hochdiverse Assoziation repräsentieren.

Unter den Teleosteern dominieren zwei sympatrische *Umbrina*-Arten (*U. crassa* und *U. schwimmeri*) Ihr Anteil schwankt zwischen 35 und 60%. In der quantitativen Rangliste folgen *Aplodinotus primigenius* mit 15-20%, "genus aff. *Pachypops*" *silverdalensis* mit rund 5-15% und *Ctenosciaena inframiocaenica* mit 2-8%. Einige weitere Sciaenidae und die Gattungen *Morone* und *Citharichthys* spielen nur eine geringe Rolle, ihr prozentualer Anteil ist graphisch nicht mehr darstellbar. Insgesamt handelt es sich um eine nahezu reine Sciaenidae-Assoziation, die völlig aus dem Rahmen der untersuchten Faunen fällt. Sämtliche rezenten Verwandten der dominierenden Gattungen zeigen eine tropische bis subtropische Verbreitung. *Aplodinotus* und *Ctenosciaena* erreichen ihre nördliche Verbreitungsgrenze in der nördlichen Karibik, *Umbrina* kommt noch an den Küsten von Südflorida vor. Die Gattungen sind weiterhin Bewohner des küstennahen Flachwassers bis zur Surf-Zone und tolerieren stark reduzierte Salinität. *Aplodinotus* bildet sogar stabile Süßwasser-Populationen. Die gesamte Assoziation ist als typisch karibische Flachwasserfauna anzusprechen und stellt die einzige tropische Fauna des Neogens der Atlantic Coastal Plains dar.

Auch die Selachier beinhalten hochtropische Gattungen, die nur in dieser Assoziation vorkommen und teilweise an die eozänen Warmwasserfaunen erinnern, z. B. *Ginglymostoma*, *Isogomphodon*, *Rhynchobatus*, *Manta* etc. Auch diese Gruppen spielen sonst im Neogen der Atlantic Coastal Plains kaum noch eine Rolle oder fehlen ganz. Andere Gattungen reichen aus den Tropen bis in den warmtemperierten Bereich (häufig jahreszeitliche Wanderungen), der Schwerpunkt ihrer Verbreitung liegt jedoch in tropischen bis subtropischen Meeren. Dazu gehören *Carcharhinus*, *Hemipristis*, *Sphyrna* und sämtliche Rochen (*Myliobatis*, *Rhinoptera*, *Dasyatis*). Kaltwasserarten (arktisch bis boreal) fehlen völlig.

Die gesamte Fischfauna der Belgrade Formation läßt sich am besten als flach sublitorale, tropisch-subtropische (karibische) Assoziation interpretieren. Der hohe Anteil euryhaliner Sciaenidae und das Fehlen euhaliner Elemente sprechen für Süßwassereinfluß. Als Sedimentationsraum für die Belgrade Formation kann der küstennahe (untere) Abschnitt eines ästuarinen Systems mit wechselnder Salinität oder dessen unmittelbare Umgebung an der Küste angenommen werden. Dem widersprechen weder die Selachier noch die Mollusken.

**5.1.6. Calvert Formation**

Die Otolithensuche in der Calvert Formation gestaltete sich sehr schwierig, da partielle Entkalkung die Otolithen über große Profilabschnitte verunstaltet hat. Aus dem Fairhaven Member stehen da-

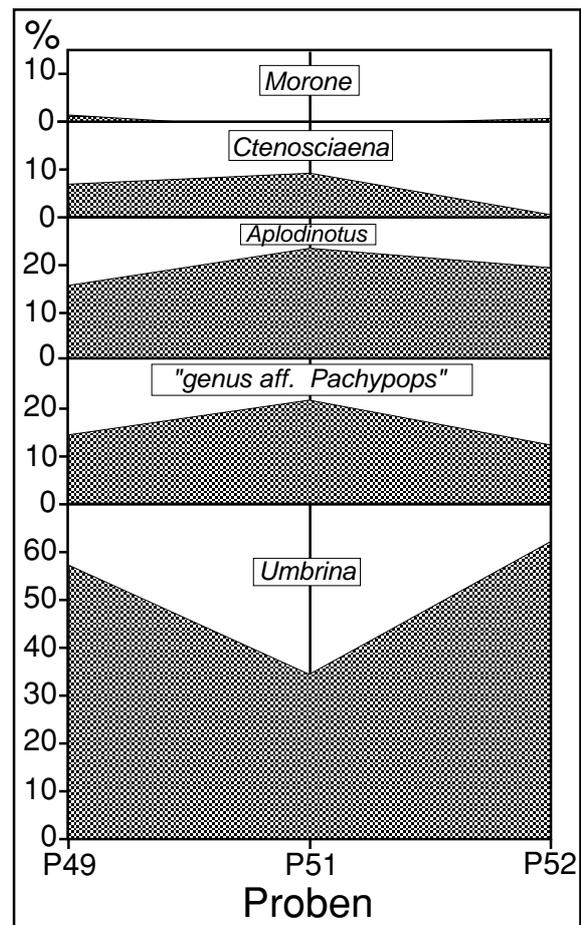


Abb. 47: Prozentuale Zusammensetzung der Teleostei-Assoziationen der Belgrade Formation (Probe P59: Silverdale, P51 und P52: Haywood Landing).  
 Fig. 47: Percentual composition of Teleostei-associations from the Belgrade Formation (sample P59: Silverdale, P51 und P52: Haywood Landing).

her keine Otolithen zur Verfügung und nur der Schillhorizont Bed 10 des Plum Point Marl Member lieferte eine statistisch auswertbare Fauna in Probe P15 (Aquasco). Hier wurden aus ca. 125 kg Sediment rund 320 Otolithen geschlämmt, daneben fielen etliche Selachierzähne an. Die Artenzahl ist mit 29 Taxa recht hoch, doch spielen nur zwei Gruppen eine quantitativ meßbare Rolle (Abb. 48): Gadidae mit rund 65-75% und Sciaenidae mit rund 15-30%. Unter den Gadidae dominiert *Trisopterus* mit rund 35-40%, es folgen *Micromesistius* mit 15-30% sowie *Phycis* und *Merluccius* mit jeweils um 5%. Häufigste Sciaenidae-Art ist "genus aff. *Sciaenops*" *paraeastmani* mit rund 10-15%, gefolgt von "genus aff. *Pachyurus*" *atavus* und *Leiostomus compressus* mit jeweils um 5%. Die beiden ersteren gehören fossilen Gruppen (Gattungen?) an, *Leiostomus* ist heute noch im gleichen Gebiet verbreitet und gehört zu den wenigen rein temperierten Sciaenidae. Einige weitere seltene, statistisch kaum darstellbare Sciaenidae runden das Bild ab. Darunter vertritt *Cynoscion* eine Gattung, die vom temperierten Bereich

bis in die Tropen vorkommt. Paläoökologisch wichtig und erwähnenswert ist noch das sehr seltene Vorkommen mesopelagischer Myctophidae (*Diaphus* sp.)

Die Selachier sind mit einem breite Artenspektrum vertreten, und hier ist schon von der Basis der Calvert Formation an (Fairhaven Member) auswertbares Material vorhanden. Die Selachiergemeinschaften sind in der gesamten Calvert Formation in ihrer Zusammensetzung recht stabil. Größere Fluktuationen zwischen den untersuchten Horizonten sind nicht zu beobachten. Eine besonders hohe Funddichte von Selachierzähnen ist an der Basis des Fairhaven Diatomaceous Earth Member (mit Phosphaten) und von Bed 14 im Plum Point Marl Member zu verzeichnen. Es dominieren verschiedene *Carcharhinus*-Arten, *Hemipristis*, *Carcharias* und *Galeocerdo* sowie diverse Myliobatidae. Unter den bisher noch nicht beschriebenen kleinwüchsigen Taxa finden sich *Rhizoprionodon*, *Mustelus*, *Raja* und *Dasyatis*.

Selachier und Teleosteer zusammen ergeben ein sehr heterogenes Bild. Einerseits sind zahlreiche Warmwasser-Taxa vertreten: *Hemipristis*, *Galeocerdo*, *Myliobatis*, *Aetobatis* etc. Andere sind vom warm-temperierten Bereich bis in die Tropen (Schwerpunkt Tropen-Subtropen) verbreitet: *Carcharias*, *Carcharhinus*, *Isurus*, *Dasyatis*. Unter den Teleosteen sind *Brotula*, *Cynoscion* und *Genyomus* zu nennen. Andererseits fällt ein gewichtiger Anteil borealer Elemente auf, vor allem Gadidae (*Trisopterus*, *Micromesistius*), auch *Raja* ist teilweise hierher zu stellen. Hinzu kommen zahlreiche stärker eurytherme Gattungen, die kaum etwas zur Klimainterpretation beitragen können.

Vergleicht man die Fauna mit der rezenten westatlantischen Fauna, ergeben sich viele Parallelen mit dem Gebiet zwischen New Jersey/New York und North Carolina (Cape Hatteras). In diesem Raum sind stärkere saisonale Temperaturschwankungen zu verzeichnen und damit auch starke saisonale Fluktuationen in der Fischfauna des Schelfbereiches. Mit der Abkühlung im Winter rücken boreale Gadidae weit nach Süden vor (bis maximal Cape Hatteras). Im Sommer erwärmt sich das Oberflächenwasser sehr stark und zahlreiche Warmwasserarten ziehen bis vor New Jersey, zuweilen auch bis an die Küsten der südlichen Neuengland-Staaten (maximal etwa Cape Cod). Das betrifft besonders die hemipelagischen bis pelagischen Haie mit ihrer hohen Migrationsgeschwindigkeit. Danach ist für die Wende Unter-/Mittelmiozän (der durch Otolithen abgedeckte Bereich des Plum Point Marl Member) ein ähnliches Klima anzunehmen wie es heute in diesem Gebiet (virginische Faunenprovinz) herrscht. Dies bedeutet eine deutliche Abkühlung gegenüber den karibischen Verhältnissen entlang der mittleren Atlantic Coastal Plains im Aquitanium (Belgrade Formation) zu warm-temperierten Bedingungen. Nicht zu vernachlässigen ist jedoch der Einfluß von Upwelling, dessen faunistische Auswirkungen mit der normalen Zonierung

interferrieren. In den durch Upwelling auf den Schelf aufgleitenden kühlen Wassermassen können Kaltwasserarten weiter nach Süden vordringen als ihr normales Areal reicht. Weiterhin erreichen mit dem aufsteigenden Tiefenwasser auch einzelne mesopelagische Elemente den flachen Schelfbereich. Diese Prozesse lassen sich im gesamten Neogen der mittleren Atlantic Coastal Plains immer wieder beobachten, und über längere Zeiträume hinweg stabile Upwelling-Systeme sind charakteristisch für diesen Raum.

Die häufigen Selachierzähne in vielen Niveaus der Calvert Fm. belegen hohe biologische Produktivität und hohe Populationsdichten. Dies wird noch deutlicher in der äquivalenten Pungo River Formation von North Carolina mit ihren Phosphathorizonten. Während die Pungo River Formation den mehr zum offenen Ozean exponierten Teil des Beckens darstellt, repräsentiert die Calvert Fm. faziell das geschützte Innere der Bucht mit Stillwasser-Sedimentation.

Für die Wassertiefe sind kaum mehr als 50-75m (also innerer Schelf) anzunehmen. Typisch mesopelagische oder bathyale Elemente (*Diaphus*, *Brotula*), die im äußeren Schelf schon regelmäßig auftreten, spielen quantitativ keine Rolle und gehören zu den sehr seltenen Einzelfunden. Dabei ist eine Verschleppung der Otolithen über den Kot von Raubfischen (Selachier), die zwischen Pelagial und Neritikum wechseln, durchaus möglich.

### 5.1.7. Choptank Formation

Die Otolithenführung der Choptank Formation ist recht gering und Otolithen finden sich in der Regel nur in den beiden Hauptschillbänken (Boston Cliffs und Drumcliffs Member). Die fossilarmen Bereiche dazwischen sind partiell entkalkt, aragonitisches Material ist nicht mehr erhalten oder stärker korrodiert. Die Schillbänke dagegen sind sortiert und teilweise ungelagert, wobei vermutlich ein Teil der Otolithen zerstört (fragile Formen) oder abtransportiert (Kleinformen) worden ist. Trotz eines erheblichen Aufwandes konnten nur knapp 100 Otolithen gefunden werden, die sich auf 13 Taxa verteilen. Diese Menge stammt aus ca. 460 kg Sediment, was lediglich 0,2 Otolithen per kg Sediment bedeutet. Ähnlich bescheidene Ergebnisse lieferte nur noch die Eastover Formation. Häufiger fanden sich indessen Selachierzähne, die wegen ihrer Stabilität Lösungen und Umlagerungen weit besser überstehen als Otolithen.

Auffallendstes Merkmal der Choptank-Faunen (Abb. 48) ist das fast völlige Fehlen von Gadidae und die Dominanz der Sciaenide, die 80-90% ausmachen. Bei den Sciaeniden entfallen allein 80-65% auf "genus aff. *Sciaenops*" n. sp., die restlichen 10-15% teilen sich *Leiostomus* und *Cynoscion*. Selten sind Ariidae (*Arius*) und *Urophycis*.

Die Selachier zeigen gegenüber der Calvert Formation kaum Veränderungen. Es dominieren die gleichen Gattungen: *Carcharias*, *Carcharhinus*,

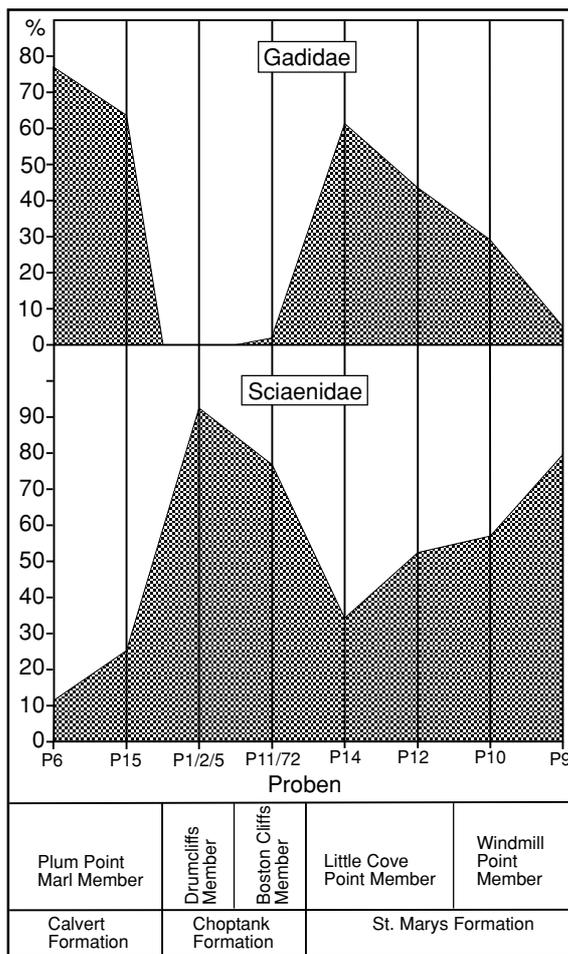


Abb. 48: Prozentuale Relationen der Familien Sciaenidae und Gadidae in den Teleostei-Assoziationen der Calvert Formation, Choptank Formation und St. Marys Formation (P-Nummern sind Probennummern).

Fig. 48: Percentual relations of the families Sciaenidae and Gadidae in the Teleostei-Associations of the Calvert Formation, Choptank Formation, and St. Marys Formation (P-numbers are sample numbers).

*Hemipristis*, *Galeocerdo* und *Myliobatidae*. Im Kleinmaterial fanden sich vor allem *Rhizoprionodon* und *Dasyatis*, während *Raja* fehlt.

Bei den Teleosteen fällt zunächst auf, daß die meisten rezent bekannten Taxa (*Cynoscion*, *Leiostomus*, *Arius*) euryhalin sind und stark reduzierte Salinität vertragen. *Leiostomus* ist eine typische Gattung der warm-temperierten Zone, während *Cynoscion* vom temperierten Bereich bis in die Tropen reicht, wobei die Artenzahl zu den Warmwasserarealen hin zunimmt. *Arius* ist vor allem im tropisch-subtropischen Bereich verbreitet (reguläre nördliche Verbreitungsgrenze etwa Georgia, im Sommer zuweilen Wanderungen weiter nach Norden). Dies deckt sich mit der Hauptverbreitung der meisten Selachier. Das Fehlen der borealen Gadidae (*Trisopterus*, *Micromesistius*) deutet daraufhin, daß das Gebiet zu Choptank-Zeit wohl südlich des

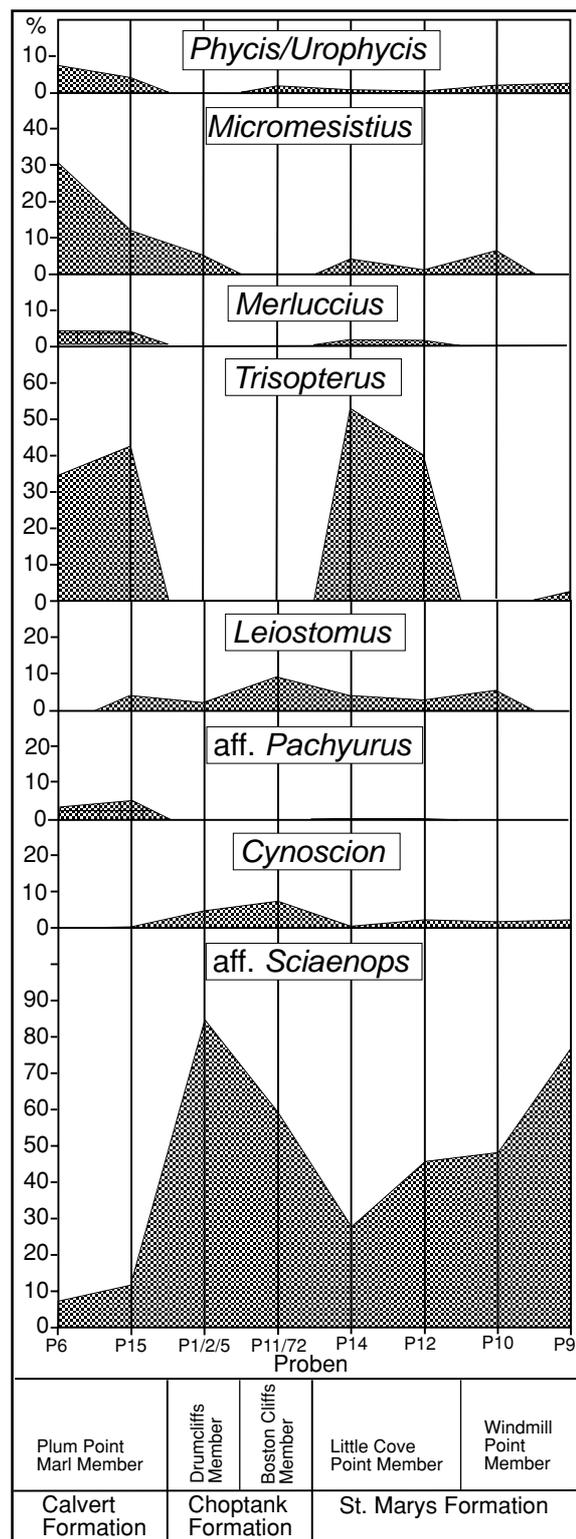


Abb. 49: Prozentuale Zusammensetzung der Teleostei-Assoziationen der Calvert Formation, Choptank Formation und St. Marys Formation (P-Nummern sind Probennummern).

Fig. 49: Prozentuale Zusammensetzung der Teleostei-Assoziationen der Calvert Formation, Choptank Formation und St. Marys Formation (P-Nummern sind Probennummern).

Überlappungsbereiches von borealen und Warmwasser-Elementen (virginische Provinz) lag. Eine ähnliche Faunenstruktur findet sich heute in leicht brachyhalinen Milieus (unterer, küstennaher Bereich von großen Ästuaren) von den Carolinas (südlich Cape Hatteras) bis Nordflorida. Das läßt auf eine leichte Erwärmung gegenüber der Basis des Plum Point Member (Calvert Fm.) schließen, die die Südgrenze der borealen Gadidae weiter nach Norden, außerhalb des bearbeiteten Gebietes, verschob. Die Dominanz euryhaliner Taxa bei fast völligem Fehlen stenohalin-euhaliner Elemente weist auf eine leichte Verbrackung hin. Hier macht sich offensichtlich das im Osten von New Jersey her weiter in das Albemarle Embayment vorrückende Delta bemerkbar (GIBSON, 1970). Von zahlreichen Autoren wurde in diesem Zusammenhang auch ein zunehmender Brachyhalineinfluß von West nach Ost festgestellt (Vergleich von den Calvert Cliffs = Western Shores und Eastern Shores/Delaware). Weiter im Norden (New Jersey) findet sich der Übergang von Delta- zu Prodelta-Sedimenten.

### 5.1.8. St. Marys Formation

Die St. Marys Formation lieferte aus rund 575kg Probenmenge ca. 2650 Otolithen und zahlreiche Zähne kleinwüchsiger Selachier. Das entspricht einer durchschnittlichen Otolithenmenge von rund 4,5 per kg Sediment. Im Little Cove Point Member kommen Spitzenwerte von bis zu 7,7 vor, im Windmill Point Member (P9/P10) wurden maximal nur 0,7 beobachtet. Die Schwankungen hängen offensichtlich von der Sedimentationsrate ab. In den Schillbänken des Little Cove Point Member wurden durch Sortierung verursachte Konzentrationen beobachtet (*Turritella*-Schill).

Die Artenzahl der Teleosteer erreicht mit 43 Taxa einen sehr hohen Wert, während die Selachier mit nur acht Taxa deutlich abfallen. Die hohe Zahl von Teleosteen kommt aber statistisch nur durch die große Kollektion zustande, denn viele Taxa sind nur durch wenige Otolithen belegt. Der statistische Zusammenhang von Probenmenge, Otolithenzahl und Artenzahl ist in Abb. 44 dargestellt.

Die Zusammensetzung der Assoziationen der einzelnen beprobten Horizonte unterliegt vom Liegenden (P14) bis zum Hangenden (P9) insgesamt einer kontinuierlichen Veränderung im Verhältnis Gadidae zu Sciaenidae, aber auch im Artenspektrum der dominanten Gruppen ergeben sich deutliche Veränderungen (Abb. 48/49). Beide Gruppen beherrschen mit zusammen rund 80-90% in allen Proben das Bild. In P14 erreichen die Gadidae ziemlich genau 60% der gesamten Otolithenzahl, die Sciaenidae etwa 35. Die Masse der Gadiden wird von einer Art gestellt (mehr als 50%): *Trisopterus sculptus*. Die nächsthäufigere Art *Micromesistius cognatus* erreicht nur noch 2%. Bei den 35% Sciaenidae entfallen rund 30% allein auf eine Art: "genus aff. *Sciaenops*" *paraeastmani*. Im Hauptschill des Little Cove Point Member (P12) übelflügel die Sciaenidae mit rund 50% schon die Gadidae (ca.

45%). Die Entwicklung setzt sich im Windmill Point Member fort. In P10 sind es schon knapp 60% Sciaenidae und nur noch 30% Gadidae, in P9 schließlich wird ein Verhältnis von etwa 80:5% erreicht. Die Sciaenidae werden wieder fast ausschließlich von einer Art repräsentiert: "genus aff. *Sciaenops*" *schwarzhansi*. Bei den Gadiden ergeben sich deutliche Verschiebungen. An die Stelle von *Trisopterus* und *Micromesistius* tritt *Gadiculus*. Die dritte statistisch noch erfaßbare Gruppe sind die Ophidiidae. Ihr Anteil liegt im Little Cove Point Member bei 2-3% und steigt im Windmill Point Member auf 8-11% an. Alle anderen Gruppen sind nur akzessorisch vertreten, wobei *Ammodytes* sowie die benthischen Plattfische *Citharichthys* und *Symphrus* zu nennen sind. Letztere spielen von nun an eine wichtigere Rolle in den neogenen Assoziationen.

Unter den Selachiern dominiert *Raja*, seltener sind Zähne von *Dasyatis*, *Rhizoprionodon*, *Carcharhinus* oder *Mustelus*. Einige große Prädatoren sind nur durch spärliche Einzelfunde belegt: *Isurus* und *Carcharocles*. Auffällig ist das Fehlen sämtlicher noch in der Choptank Formation reichlich vertretener Warmwasser-Gattungen (*Hemipristis*, *Myliobatis*, *Aetobatis* etc.). Die drastische Veränderung in der Selachierassoziationen korreliert sehr gut mit dem massiven Auftreten borealer Gadidae.

Die Dominanz der Gadidae im Little Cove Point Member, verbunden mit dem fast völligen Fehlen typischer Warmwasserarten, spricht für Temperaturbedingungen, wie sie heute nördlich der saisonalen Überlappungszone borealer und warm temperierter bis subtropischer Faunenelemente zu finden sind. Diese kühl-gemäßigte Faunenprovinz erstreckt sich heute etwa von den Neuglandstaaten (Cape Cod) bis Nova Scotia (Grand Banks). Weiter nördlich macht sich der Einfluß arktischer Elemente deutlich bemerkbar, der in den vorliegenden Faunen nicht nachweisbar ist. Die Verschiebung im Gadidae-Sciaenidae-Verhältnis vom Liegenden zum Hangenden der St. Marys Formation insgesamt und die Zunahme der warm-temperierten Formen (Ophidiidae) zeigen einen allmählichen Anstieg der Wassertemperaturen an auf Verhältnisse, wie sie heute im saisonalen Overlap-Bereich temperierter und subtropischer Faunen anzutreffen ist. Entsprechende Bedingungen finden sich von New Jersey bis Cape Hatteras. Statistisch ist der Anteil sicher warm-temperierter bis subtropischer Elemente immer noch relativ gering, was eher auf eine nördliche Position im Überlappungsbereich hindeutet. Im Vergleich zu rezenten Assoziationen verschoben sich die Temperaturverhältnisse von Nova Scotia-Bedingungen im Little Cove Point Member zu Bedingungen etwa auf der Höhe von New York bis Delaware/Virginia im Windmill Point Member. Die Assoziationen der St. Marys Formation repräsentieren somit den kühlestes Abschnitt innerhalb der gesamten untersuchten Faunen, wobei vor allem im Little Cove Point Member ein deutlich unter den heutigen Klimaver-

hältnissen des Gebietes liegendes Niveau erreicht wurde.

Das Fehlen typischer Faunenelemente des äußeren Schelfs, sowie Epi- und Mesopelagials spricht für küstennahes Flachwasser, kaum tiefer als 30-50m, häufig eher noch flacher. Ein stärkerer saisonaler Temperaturgang ist anzunehmen. Die Faunenstruktur hat viel Ähnlichkeit mit der vieler Faunen im Neogen des südlichen Nordseebeckens.

### 5.1.9. Eastover Formation

Aus der Eastover Formation liegen nur sehr wenige Otolithen vor, insgesamt nur 81 aus knapp 400kg Probenmenge. Das sind nur 0,2 Otolithen per kg Sediment und damit der Negativrekord innerhalb der untersuchten Formationen. Aus dem Claremont Manor Member konnten 37 Otolithen gewonnen werden (180kg Proben) und aus dem Cobham Bay Member 44 Otolithen (210kg Proben). Mit 6 und 12 Taxa fällt die Artenzahl entsprechend gering aus, und die Statistik kann bestenfalls Trends für die häufigsten Taxa anzeigen. Ursachen sind zum Teil primäre Otolithenarmut (fazielle Verhältnisse, Sedimentationsraten), aber auch partielle Karbonatlösung vor allem auf Kosten primär aragonitischer Organismenreste. Viele Otolithen sind mehr oder weniger korrodiert. Auch Selachierzähne sind nicht häufig. Die Artenzahl erreicht mit etwa 5 Taxa den Tiefpunkt in den untersuchten Faunen. Entsprechend schwierig sind die Versuche der Rekonstruktion von Klima und Lebensraum. Es können lediglich Trends, aber keine statistisch begründeten Werte gegeben werden.

Wichtigste Gattungen unter den Teleostei sind *Gadiculus*, *Lepophidium*, *Astroscopus*, *Urophycis*, *Leiostomus*, *Cynoscion* und *Citharichthys*. Sämtliche Gattungen reichen vom kühl-temperierten Bereich bis in die Tropen-Subtropen, mit Ausnahme von *Gadiculus* (temperierte Region, im Ostatlantik bis zur mediterran-lusitanischen Provinz). Häufig sind sie vom warm-temperierten Bereich an südwärts. Vom Liegenden zum Hangenden sind einige Veränderungen in den kleinen Assoziationen der Eastover Fm. zu beobachten. Im Claremont Manor Member dominiert noch *Gadiculus* eindeutig, vor allem im tieferen Bereich. Im höheren Bereich tritt *Lepophidium* stärker in Erscheinung, hinzu kommt *Astroscopus* und *Citharichthys*. Im Cobham Bay Member spielt *Gadiculus* nur noch eine relativ geringe Rolle, dafür treten verstärkt Serranidae und Pomadasyidae auf, dazu *Cynoscion*. Auch *Citharichthys* bildet in den kleinen Assoziationen einen wichtigen und stabilen Anteil. Der Wechsel im Percoidei-Anteil der einzelnen Proben spiegelt eher fazielle als klimatische Veränderungen wider. Probe P22 liegt an der Seeseite eines Offshore-Bar-Systems. Entsprechend hoch ist der Anteil der Serranidae, die häufig in diesem Milieu vorkommen. P62 repräsentiert einen Bereich ruhiger Beckensedimentation. In sämtlichen Assoziationen fehlen ozeanische Einflüsse und alle Assoziationen spre-

chen für inneren Schelf, die geringe Beteiligung von Selachiern auch für eine relativ deutlich vom offenen Ozean abgeriegelte Bucht. Diese Abschnürung übernahm die etwa nord-süd gerichtete York-James River Monocline (WARD & BLACKWELDER, 1980), von deren Seeseite P22 stammt. Die Abnahme der Gadiden vom Liegenden zum Hangenden ist das Resultat eines allmählichen Temperaturanstiegs von Verhältnissen wie etwa zum Ende der St. Marys Formation (temperiert), vergleichbar heute vom Bereich Virginia bis Cape Hatteras, zu noch etwas wärmeren Bedingungen im höheren Cobham Bay Member, etwa den heutigen Verhältnissen von den Carolians bis Georgia entsprechend. Dieser nur auf der Basis kleiner Assoziationen ermittelte Trend ist jedoch durch mehr Material abzusichern.

### 5.1.10. Yorktown Formation

Die Yorktown Formation lieferte eine sehr umfangreiche Kollektion von Otolithen und Selachierzähnen. Sämtliche Proben stammen aus dem Sunken Meadow Member (Transgressionshorizont) und dem Rushmere Member (Höhepunkt der unterpliozänen Transgression). Im südlichen North Carolina geht die Yorktown Formation in die faziell etwas andersartige Duplin Formation über, aus der ebenfalls einige Otolithen gewonnen werden konnten. Die Grenze Sunken Meadow Member zu Rushmere Member ist eine heterochrone Faziesgrenze. Im küstennahen Bereich (die Proben von Greenville) zeigt das Rushmere Member eine ähnliche Lithologie wie das Sunken Member am Rappahannock/James River.

Die flach sublitoralen Assoziationen (vor allem die statistisch auswertbaren Proben P20, P59 und P60) zeigen eine im Verhältnis zur Probenmenge geringe Otolithendichte (Abb. 44): 0,3-1 Exemplar per kg. Hohe Sedimentationsraten, verbunden mit häufigen Umlagerungsprozessen im turbulenten Flachwasser, führten sicher zu diesem etwas ungünstigen Resultat. Auf der anderen Seite gestatten die rund 75 Otolithen einen Einblick in die Struktur der Faunen des flachen Sublitorals. Ein hoher und erstaunlich konstanter Anteil davon entfällt auf *Merluccius albidus* (immer um 30%). Einen weiteren wichtigen Anteil bilden Ophidiidae mit rund 20-40%). Der Anteil von *Citharichthys* nimmt bei Greenville vom unmittelbaren Transgressionshorizont nach oben von 0 auf 14% zu. In der etwas küstenferner positionierten Probe P20 klettert *Citharichthys* auf einen Anteil von 20%, gleichzeitig stellen sich Sciaenidae mit etwa 5% ein. Unter den Ophidiidae dominieren in P60 *Ophidion*, während die sonst verbreitete Gattung *Lepophidium* noch nicht so stark in Erscheinung tritt. In P59 machen sich auch Serranidae stärker bemerkbar, die sonst keine Rolle spielen. *Ophidion*-Arten sind rezent in subtropischen bis tropische Faunen der Karibik verbreitet. Die meisten überschreiten kaum die Grenze Georgia-South Carolina nach Norden.

Einige Arten leben unmittelbar an der Surfzone, ebenso diverse Serranidae. Ihr Auftreten in P59/P60 bestätigt die Position des Gebietes in unmittelbarer Küstennähe. Auf den ersten Blick einigermaßen rätselhaft ist jedoch die hohe Beteiligung von *Merluccius bilinearis*. Rezent kommt die Art entlang der gesamten Atlantikküste der USA vor, von Georges Bank bis in den Golf von Mexiko. Im Süden folgt sie kühleren Wasserschichten in die Tiefe (deutliche Submergenz). Die merkwürdige Mischung in den küstennahen, eher recht warmen Faunen der Yorktown Formation kann nur mit Upwelling erklärt werden. Dafür gibt es im küstenferneren Rushmere Member noch wesentlich deutlichere Anhaltspunkte.

Mit etwas Entfernung von der Küste, außerhalb des Surfgebietes, nimmt der Anteil von *Lepophidium* und *Citharichthys* deutlich zu, ebenso kommen *Cynoscion* und *Leiostomus* stärker zum Zuge. Eine solche Fauna des flachen Sublitorals (ca. 5-20m Wassertiefe) repräsentiert Probe P20 vom Piankatank River. Einzelne Selachierzähne (u.a. *Galeocerdo cuvier*) lassen schon etwas ozeanischen Einfluß spüren, doch fehlen Formen des tieferen Schelfs oder Mesopelagials.

Die Großprobe 57 aus dem Rushmere Member von Lee Creek Mine bringt einen völlig anderen Faumentyp. Aus 175kg Sediment wurden rund 1110 Otolithen und zahlreiche kleine Selachierzähne isoliert (P57a). Die Artenzahl erreicht mit 36 Taxa bei den Teleostern einen beachtlichen Grad. Weitere 196 Otolithen wurden oberflächlich aufgegeben (P57b). Sie verteilen sich auf 14 Arten. Unter den oberflächlich aufgegebenen Otolithen fanden sich 8 Arten, die in P57a nicht vertreten sind, so daß sich die Artenzahl summarisch auf 44 erhöht. Die statistischen Angaben beziehen sich nur auf das geschlammte Material, da nur das die primäre quantitative Zusammensetzung der Fauna widerspiegelt. Das aufgelesene Material beinhaltet fast ausschließlich großwüchsige Taxa, die zwar wertvolle Informationen liefern, aber statistisch ein völlig abnormes Bild abgeben. Der Vergleich beider Teilkollektionen zeigt, wie schnell die Sammlungsmethodik das Bild verfälschen kann.

In der Probe P57a dominieren mit über 45% die sehr kleinen Otolithen von *Ammodytes* cf. *hexapterus*, gefolgt von *Pleuronectiformes* mit ebenfalls kleinen Otolithen (*Citharichthys* und *Symphurus*). Ophidiidae erreichen rund 8%, wobei Otolithen juveniler bis mittelgroßer *Lepophidium*-Individuen das Bild beherrschen. Sciaenidae mit rund 4% und Gadidae mit rund 2% fallen sehr deutlich zurück. Gadidae werden vor allem von *Merluccius albidus* repräsentiert, andere Arten sind nur Akzessorien. Rund 10% der Otolithen entfallen auf ein breites Spektrum anderer Gruppen mit rund 75% der Arten.

Einigermaßen widersprüchlich fällt die Zusammensetzung der Fauna aus. *Ammodytes* ist eine boreale bis kühl-temperierte Gattung und reicht heute vom Norden her bis etwa Cape Hat-

teras (bei saisonalen Wanderungen). Zur gleichen Gruppe sind einige seltene Gadidae (*Micromesistius*, *Melanogrammus*) zu stellen. Ein großer Teil der Fauna besteht aus stärker eurythermen Arten, die vom kühl-temperierten Bereich bis in die Karibik reichen. Hier sind vor allem *Lepophidium* und *Merluccius* zu nennen. Auch die Plattfische *Citharichthys* und *Symphurus* zählen mit Abstrichen dazu. Sie nehmen in den rezenten Faunen vom temperierten zum subtropisch-tropischen Bereich jedoch quantitativ deutlich zu, gleichzeitig steigt auch die Artenzahl. Auf der anderen Seite ist auch ein merklicher Anteil von typischen Warmwasserformen zu verzeichnen: *Pterothrissus*, *Hildebrandia*, *Gnathophis*, *Ophidion*, *Diplectrum*, *Neobythites*, *Equetus*, *Larimus* etc.

Auch zur Wassertiefe ergeben sich recht widersprüchliche Fakten. *Ammodytes* kommt kaum tiefer als 50m vor. Ähnliches gilt für die Sciaeniden und einige andere Taxa. Andere Gattungen (*Lepophidium*, *Lopholatilus*, *Merluccius* etc.) setzen normalerweise erst im tieferen Sublitoral ein (etwa bei 70-80m). Myctophidae schließlich (*Diaphus*, *Ceratoscopelus*) sind charakteristische Elemente mesopelagischer Faunen. Die häufigsten Selachier (*Raja*, *Mustelus*) kommen im gesamten Schelf und tiefer vor und tragen wenig zur Rekonstruktion der Wassertiefe bei.

Die insgesamt so heterogene Assoziation findet rezent an den Atlantikküsten der USA kein Äquivalent. Die Zusammensetzung ist nur auf das Zusammentreffen deutlich unterschiedlich temperierter Wassermassen zurückzuführen, wie es in Upwelling-Gebieten oder beim Zusammentreffen von verschiedenen Meeresströmungen vorkommt. Im speziellen Fall ist Upwelling anzunehmen, wie es schon einige ältere, weiter oben behandelte Faunen maßgeblich mit beeinflußt hat. Gesteuert werden die Upwelling-Zyklen von den Verhältnissen um Florida und dem dadurch verursachten Pendeln des Golfstromes entlang der nordostamerikanischen Küste. Im Detail wird darauf in Kapitel 5. eingegangen.

In einem Upwelling-Gebiet sind die klimatisch signifikanten Taxa die Warmwasser-Arten. Die Kaltwasserarten erreichen im aufgleitenden, kühlen Tiefenwasser eine schon weiter oben erwähnte, abnorme Südverbreitung. Gleichzeitig werden im Tiefenwasser auch mesopelagische Elemente weit auf den Schelf mitgeführt. So erscheint eine solche Assoziation auch tiefer angesiedelt als die Bedingungen tatsächlich waren. Die Warmwasserarten belegen Temperaturverhältnisse, wie sie heute etwa vor der Küste von South Carolina bis Nordflorida herrschen, also schon merklich wärmer als heute in North Carolina. Das betrifft nicht so sehr die maximale Erwärmung im Sommer (sie erreicht auch heute vor der Küste von North Carolina tropische Verhältnisse), sondern den jährlich viel ausgeglicheneren Temperaturgang weiter im Süden, mit geringerer Abkühlung im Winter. Vor der Küste von Georgia erreichen denn auch die karibischen Riff-

korallen ihre Nordgrenze. Über die Wassertiefe ist schon von FITCH & LAVENBERG (1984) diskutiert worden. Auf der Basis einer oberflächlich abgelesenen Kollektion von Otolithen (mit den oben gezeigten Verfälschungen durch diese Sammlungsmethodik), mit den häufigsten Gattungen *Lepophidium* und *Merluccius*, kommen die Autoren zu einer Wassertiefe von 60 bis 100m, räumen aber ein, daß es auch wesentlich tiefer oder auch flacher gewesen sein könnte. Nimmt man die durch quantitatives Auslesen statistisch belegte häufigste Art, *Ammodytes* cf. *hexapterus*, so ist eine Wassertiefe von höchstens 50m angezeigt, eher noch deutlich flacher, denn 50m sind schon die extreme Grenze der typischen Flachwasserart. Auch die Sciaenidae sind ein Indiz für recht flaches Wasser. Insgesamt erscheinen etwa 50m als äußerste Grenze, 20-30m als sehr wahrscheinlich. Das Auftreten von Fischen tieferer Meeresbereiche ist an das weit auf den Schelf vordringende kalte Tiefenwasser zurückzuführen, ebenso wie das Auftreten kühl-temperierter Fische.

## 5.2. Biostratigraphie

Die untersuchten Faunen lassen sich nicht nur paläoökologisch und paläobiogeographisch auswerten, sondern auch biostratigraphisch, wenngleich dieser Aspekt nicht im Mittelpunkt der Arbeiten stand. Der Schwerpunkt der Geländearbeiten lag auf der möglichst vollständigen Erfassung des Fauneninhaltes der betreffenden Formationen und nicht auf feinstratigraphischen Profilaufnahmen. Trotzdem liegen so viele Daten vor, daß biostratigraphisch wertvolle Schlüsse daraus gezogen werden können. Für manche neogene Formationen erweisen sich Fischreste (vor allem Otolithen) sogar als ideales Werkzeug in der Biostratigraphie. In der amerikanischen Literatur wird immer wieder der Mangel an biostratigraphisch geeigneten Mikrofossilien in manchen Formationen beklagt (insbesondere in den flach marginalmarinen Formationen wie Old Church Fm., Belgrade Fm. und St. Marys Fm.), was zu den einleitend (Kapitel 3) angeführten Problemen der Biostratigraphie führt. Grundsätzlich lassen sich nun nach Fischfaunen sämtliche untersuchten Formationen sicher und schnell im Gelände erkennen und unterscheiden, teilweise auch noch feiner untergliedern. Dies ist besonders wichtig im lange umstrittenen Bereich Oberoligozän/Untermiozän und Mittelmiozän/Obermiozän. Nachfolgend sollen die Kriterien für eine biostratigraphische Gliederung kurz erläutert und eine biostratigraphische Gliederung erarbeitet werden, beginnend mit der eozänen Piney Point Formation. Die vorgeschlagene Zonierung des Neogens (einschließlich Oberoligozäns) ist in Abb. 51 dargestellt, die stratigraphische Reichweite wichtiger neogener Taxa in Abb. 52. Die stratigraphische Reichweite sämtlicher nachgewiesener Taxa (Selachier und Teleostei) ist in Tabelle 4 (Anhang) zusammengestellt.

In der Piney Point Formation eignen sich die häufigen ancestralen Sciaenidae besonders gut als Leitformen. Sie sind massiv, groß und auch im Gelände leicht zu finden, fehlen aber in der untereozyänen Nanjemoy Formation. Weniger geeignet sind die ebenfalls häufigen Ophidiidae, elongaten Pomadasyidae oder Lactariidae. Ihre Otolithen kommen teilweise schon in der Nanjemoy Formation vor, wenn auch nur in korrodierten und häufig nicht mehr bestimmbar Exemplaren, und der Verdacht liegt nahe, daß viele davon eine größere vertikale Reichweite nach unten besitzen. Die besonders stabilen Sciaenidae-Otolithen wurden aber in der Nanjemoy Formation nicht gefunden und setzen tatsächlich erst in der Piney Point Formation ein. Beide häufigen Arten, "genus aff. *Umbrina*" *livesayi* und "genus aff. *Umbrina*" *eanesi*, kommen von Bed A-C einigermaßen häufig vor. Unter den anderen häufigeren Taxa fand sich keine, die nur auf ein Bed der Piney Point Formation beschränkt bleibt, eine weitere Untergliederung ist also auf der Basis der Reichweite einzelner Taxa nicht möglich. Daher kann nur eine Zone etabliert werden für die gesamte Piney Point Formation, die nach den beiden Sciaeniden als "genus aff. *Umbrina*" *livesayi*-genus aff. *Umbrina*" *eanesi*-Concurrent-Range-Zone bezeichnet wird. Sie reicht von der Basis Bed A bis zum Bed C der Piney Point Formation. Die Leitformen werden in den artenreichen Assoziationen von einem breiten Spektrum anderer Taxa begleitet, die sich zur Charakterisierung der Zone mit heranziehen lassen. Zu nennen sind vor allem *Paraconger americanus*, *Paraconger solidus* und "genus aff. *Xenistius*" *obliquus*. Eine Art, "genus *Neobythitinarum*" *rotundus*, ist in Bed A und B nur äußerst selten und kommt aber in Bed C als dominierende Art vor mit über 80% der gefundenen Otolithen. Dies ermöglicht eine sichere stratigraphische Ansprache von Bed C und die Einrichtung einer Subzone, die als "genus *Neobythitinarum*" *rotundus*-Acme-Subzone bezeichnet wird (Siehe Abb. 50). Da Bed C den bartonischen, Bed A und B den lutetischen Anteil der Piney Point Fm. umfassen (Ward, 1985), ist die Untergrenze der "genus *Neobythitinarum*" *rotundus*-Acme-Subzone zugleich etwa die Grenze zwischen Lutetium und Bartonium im untersuchten Gebiet.

Zwischen Piney Point Formation und Old Church Formation befindet sich in den Coastal Plains ein Hiatus (Jacksonian bis Vicksburgian umfassend) und erst mit der chattischen Old Church Formation setzt sich das Profil nach oben fort. Dieser Abschnitt ist in der US-Literatur sehr umstritten gewesen, zusammen mit der folgenden untermiozänen Belgrade Formation (siehe u.a. WARD, LAWRENCE & BLACKWELDER, 1978; ZULLO, 1979, 1984), und wurde zwischen Oberoligozän und Untermiozän hin- und hergeschoben. Beide Formationen führen definitiv unterschiedliche Faunen, wobei die der Old Church Formation noch einen sehr paläogenen Anstrich besitzt, mit ersten temperierten Elementen, die Belgrade Formation

Piney Point Formation	Bed C		"genus Neobythitinarum" rotundus - Acme - Subzone
	Bed B	"genus aff. <i>Umbrina</i> " eanesi - "genus aff. <i>Umbrina</i> " livesayi - Con- current - Range - Zone	
	Bed A		

Abb. 50: Otolithen-Zonen der Piney Point Formation von Virginia.

Fig. 50: Otolith based stratigraphical zonation of the Piney Point Formation of Virginia.

die erste moderne, tropische Sciaenidae-Assoziation. Auf der Basis von Fischfaunen sind beide Formation so außerordentlich klar zu trennen wie es kaum bei anderen Formationen der Fall ist. Unter den Otolithen-Taxa teilen beide Formationen nicht eine Art und auch bei den Selachiern zeigen sich deutliche Unterschiede im Artenspektrum.

Häufige und charakteristische, nur in der Old Church Formation vorkommende Taxa sind *Phycis amplus*, *Umbrina* sp. 2 und *Umbrina* sp. 3. Besonders *Phycis amplus* stellt eine ideale Leitform dar. Die Otolithen sind nicht selten, massiv und leicht zu bestimmen. Auf der Basis dieser Art kann eine Otolithenzone eingerichtet werden, die als *Phycis-amplus*-Range-Zone bezeichnet wird. Unter diese Zone fällt die gesamte (geringmächtige) Old Church Formation. Da die Old Church Fm. im Hangenden und Liegenden durch Lücken begrenzt ist (sie tranngrediert auf die Piney Point Formation und ist im Hangenden erosiv gekappt), reicht die *Phycis amplus*-Range-Zone vertikal sicher noch weiter. Gegebenenfalls können ihr noch weitere stratigraphische Einheiten zugerechnet werden.

Die Belgrade Formation (nur Haywood Landing Member untersucht) lieferte eine sehr eigenständige Fauna, eine nahezu reine Sciaenidae-Assoziation. Neben sehr häufigen *Umbrina*-Otolithen fanden sich drei weitere häufige Arten (*Aplodinotus primigenius*, *Ctenosciaena inframiocaenica* und "genus aff. *Pachypops*" *silverdalensis*). Besonders letztere Art mit ihrer eigentümlichen Otolithenmorphologie ist unverwechselbar und stellt wieder eine hervorragende Leitform, weshalb sie zum Zonenleitfossil der "genus aff. *Pachypops*" *silverdalensis*-Range-Zone bestimmt wurde. Auch hier gilt ähnliches wie für die Old Church Formation: die Bel-

grade Formation ist im Hangenden und Liegenden diskordant begrenzt und die vertikale Reichweite der Zone ist sicher größer als die der Formation. Auch hier müssen gegebenenfalls weitere Schichten mit einbezogen werden, sofern sie noch nachgewiesen werden. Unsicher bleibt die Stellung des Pollocksville Member sensu WARD et al. (1978), da von hier keine Fischfaunen zur Verfügung stehen. Einige ältere Namen für teilweise zeitlich äquivalente oder nahestehende Formationen (beispielsweise "Trent Formation") mit unscharfer Definition und je nach Autor auch recht individueller Interpretation haben für den Zeitabschnitt Oberoligozän/Untermiozän der Carolinas zum Chaos in der US-Literatur geführt. Daraus wird auch die Mißinterpretation der von CASE (1980) aus dem "Trend Marl" beschriebenen Selachier verständlich. Der Autor hat ganz eindeutig Material sehr unterschiedlichen Alters (Belgrade Fm., River Bend Fm. und sicher auch noch höher eozänes) als untermiozänes beschrieben.

Zwischen Belgrade Fm. und der folgenden Calvert Formation klafft in den Coastal Plains wieder ein Hiatus von einigen Millionen Jahren (höheres Aquitanium bis tieferes Burdigalium). Die zeitliche Lücke (entsprechende Fortschritte in der Evolution einiger Gruppen) und paläoklimatische Veränderungen führten zu einem rapiden Faunenwechsel und so ist es nicht verwunderlich, daß ab der Calvert Fm. ein anderer Faumentyp auftritt, der dann die gesamte Chesapeake Group charakterisiert. Otolithen liegen nur aus Bed 10 der Calvert Formation vor, Selachier aber schon aus dem tiefsten Bereich. Bezeichnend ist das erste Auftreten der *Carcharhinus leucas*-Gruppe unter den Haien ("bull shark group" in den USA) mit *Carcharhinus eger-toni*. Dieses FAD ("first appearance datum") ist biostratigraphisch wichtig, da sich damit die Basis der Chesapeake Group prinzipiell gegen ältere Formationen abgrenzen läßt. Wegen der häufigen Entkalkung in der Calvert Formation kommt den resistenten Haizähnen eine besondere Bedeutung zu. Die Calvert Fm. lagert in Maryland und Virginia verschiedenen eozänen Formationen transgressiv auf und bei Entkalkung kommt es immer wieder zu Schwierigkeiten in der Unterscheidung der lithologisch ähnlichen Formationen. Davon legen auch die stratigraphisch teilweise falsch eingeordneten (und danach falsch bestimmten) Selachierzähne in manchen Publikationen ein beredtes Zeugnis ab (EASTMAN, 1901, 1904).

Im Bed 10 der Calvert Formation fand sich eine artenreiche Assoziation, die sich vor allem durch diverse Gadidae (langlebige Arten) und Sciaenidae auszeichnet. Ähnlich wie bei den Selachiern charakterisiert bei den Teleostern das Einsetzen bestimmter Gruppen die Basis der Chesapeake Group. Hier sind es "genus aff. *Sciaenops*" und genus aff. *Pachyurus*", *Cynoscion* u.a., die in tieferen Formationen fehlen. Sie eignen sich gut zur Abgrenzung nach unten (FAD-Datum als biostratigraphisch wichtiges Ereignis), erreichen aber größere



vertikale Reichweiten und kommen daher als Zonenleitformen nicht in Frage. Unter den nur auf diesen Bereich beschränkten Taxa bildet *Genyonemus calvertensis* eine sicher bestimmbare, leicht kenntliche Art und stellt damit eine gute Zonenleitform. Die darauf basierende *Genyonemus calvertensis*-Range-Zone reicht vertikal sicher über Bed 10 hinaus. Außerhalb von Bed 10 liegen wegen Entkalkung aber keine Otolithen vor, so daß keine exakte Festlegung möglich ist. Die Zone ist nach neuen Funden entsprechend nach oben oder unten zu erweitern.

Für die weitere biostratigraphische Analyse wichtig ist eine Entwicklung bei den Gadidae. Zwischen Choptank und St. Marys Fm. findet die Transformation von *Phycis* zu *Urophycis* statt. Während in der Calvert Fm. nur der reine *Phycis*-Typ der Otolithen zu finden ist, beginnt ab Choptank Fm. die Transformation mit der Bildung der anteroven-tralen Expansion. In der St. Marys Formation (also im höchsten Mittelmiozän) ist dieser Vorgang bereits abgeschlossen und es kommen nur noch *Urophycis*-Otolithen vor. Da sonst in der Choptank Formation geeignete Leitformen fehlen, läßt sich dieser Prozeß biostratigraphisch auswerten. Allerdings läßt sich darauf keine biostratigraphische Zone definieren. Geeignete Leitformen sind erst durch weitere Arbeiten herauszufiltern.

In der St. Marys Formation wiederum ist eine Zonierung gut möglich. Durch die gesamte Formation laufen von den häufigeren Arten *Trisopterus sculptus* und "genus aff. *Pachyurus*" *breviformis*. Begrenzt auf das Little Cove Point Member ist "genus aff. *Sciaenops*" *paraeastmani*. Die Art kommt aber schon tiefer vor und eignet sich nicht zur Abgrenzung nach unten. Sie wird aber im Windmill Point Member durch die verwandte Art "genus aff. *Sciaenops*" *schwarzhansi* abgelöst. Daneben tritt mit *Otophidium elongatum* eine weitere häufigere Art neu auf. Im Little Cove Point Member erreicht *Trisopterus sculptus* ein Häufigkeitsmaximum (35-55% der gesamten Otolithen). Diese Konstellation läßt sich wie folgt nutzen:

1. "genus aff. *Sciaenops*" *paraeastmani*-genus aff. *Pachyurus*" *breviformis*-Concurrent-Range-Zone. Die Zone definiert sich aus dem parallelen Auftreten der beiden Leitformen. Als weiteres Charakteristikum läßt sich die *Trisopterus sculptus*-Acme heranziehen. Die Zone umfaßt das Little Cove Point Member der St. Marys Formation (siehe Abb. 140).

2. "genus aff. *Sciaenops*" *schwarzhansi*-Zone. Die Zone ist mit der vertikalen Reichweite von "genus aff. *Sciaenops*" *schwarzhansi* definiert, die sich mit dem Windmill Point Member der St. Marys Formation deckt. Wichtige weitere Merkmale der Zone: nach der Acme im Little Cove Point Member das nahezu völlige Aussetzen von *Trisopterus sculptus* (Minimum) und das Einsetzen von *Otophidium elongatum*.

Die Eastover Formation lieferte nur wenige Otolithen. Trotzdem ist diese früher in ihrer stratigra-

phischen Einstufung sehr problematische Formation nach Otolithen leicht zu erkennen. Mit *Gadiculus* aff. *benedeni* steht eine häufige, nur hier vorkommende Art zur Verfügung, auf die eine Zone begründet werden kann. Die danach aufgestellte *Gadiculus benedeni*-Range-Zone wird durch die vertikale Reichweite der Art definiert und umfaßt die gesamte Eastover Formation (Claremont Manor und Cobham Bay Member). Eine feinere Untergliederung ist erst möglich, wenn mehr Material zur Verfügung steht. Nach den bisher vorliegenden Otolithen werden vermutlich einige Sciaenide und Ophidiidae hierfür geeignete Arten liefern.

Für die Yorktown Formation stehen ebenfalls einige häufige, nur hier vorkommende Arten als Zonenleitfossilien zur Verfügung. Zu nennen sind vor allem "genus aff. *Otophidium*" *lacinius*, "genus aff. *Pachyurus*" *jeanae* und "genus aff. *Cynoscion*" *fitchi*. Am häufigsten und leichtesten erkennbar ist "genus aff. *Pachyurus*" *jeanae*. Darauf basiert die "genus aff. *Pachyurus*" *jeanae*-Range-Zone, welche mit der stratigraphischen Reichweite der Art definiert wird. Nachgewiesen wurde sie bisher im Rushmere Member, fehlt aber (im zeitlich wohl teilweise äquivalenten) Sunken Meadow Member, vermutlich ein fazielles Phänomen (Meiden des litoralen Faziesbereiches). Von den beiden oberen Members der Yorktown Formation (Mogarts Beach und Moorhouse Member, nur am Unterlauf des James River in Virginia) liegt kein Material vor. Gegebenenfalls ist die Zone im Hangenden noch zu erweitern.

Die nach Fischfaunen mögliche, hier vorgestellte Zonierung (Abb. 51) ermöglicht auf jeden Fall das sichere Erkennen der tertiären Formationen (teilweise auch der Members) der Atlantic Coastal Plains (ab Mitteleozän) und bildet damit eine wertvolle Bereicherung der biostratigraphischen Möglichkeiten in diesem diesbezüglich partiell sehr problematischen Raum. Eine subtilere Gliederung erscheint in manchen Fällen möglich, doch sind hierzu weitere feinstratigraphisch orientierte Arbeiten erforderlich.

### 5.3. Entwicklung der nordwestatlantischen Tertiärfaunen vom Eozän bis rezent

#### 5.3.1. Oberkreide bis Untereozän

Aus der höchsten Kreide und dem ältesten Paläogen sind Otolithen aus dem nordwestatlantischen Raum kaum bekannt, bisher erschienen nur zwei Publikationen über Otolithen aus der Kreide (HUDDLESTUN & SAVOIE, 1983; NOLF & DOCKERY, 1990). Bessere Daten sind erst zu erwarten, wenn die von NOLF momentan bearbeiteten Faunen von der Golfküste publiziert worden sind. Nach FRIZZELL (1965) und eigenen vereinzelt Funden sind für das Prälaibornean Albulidae, Congridae, Ophidiidae (Sirembini, *Hoplobrotula*), Pomada-

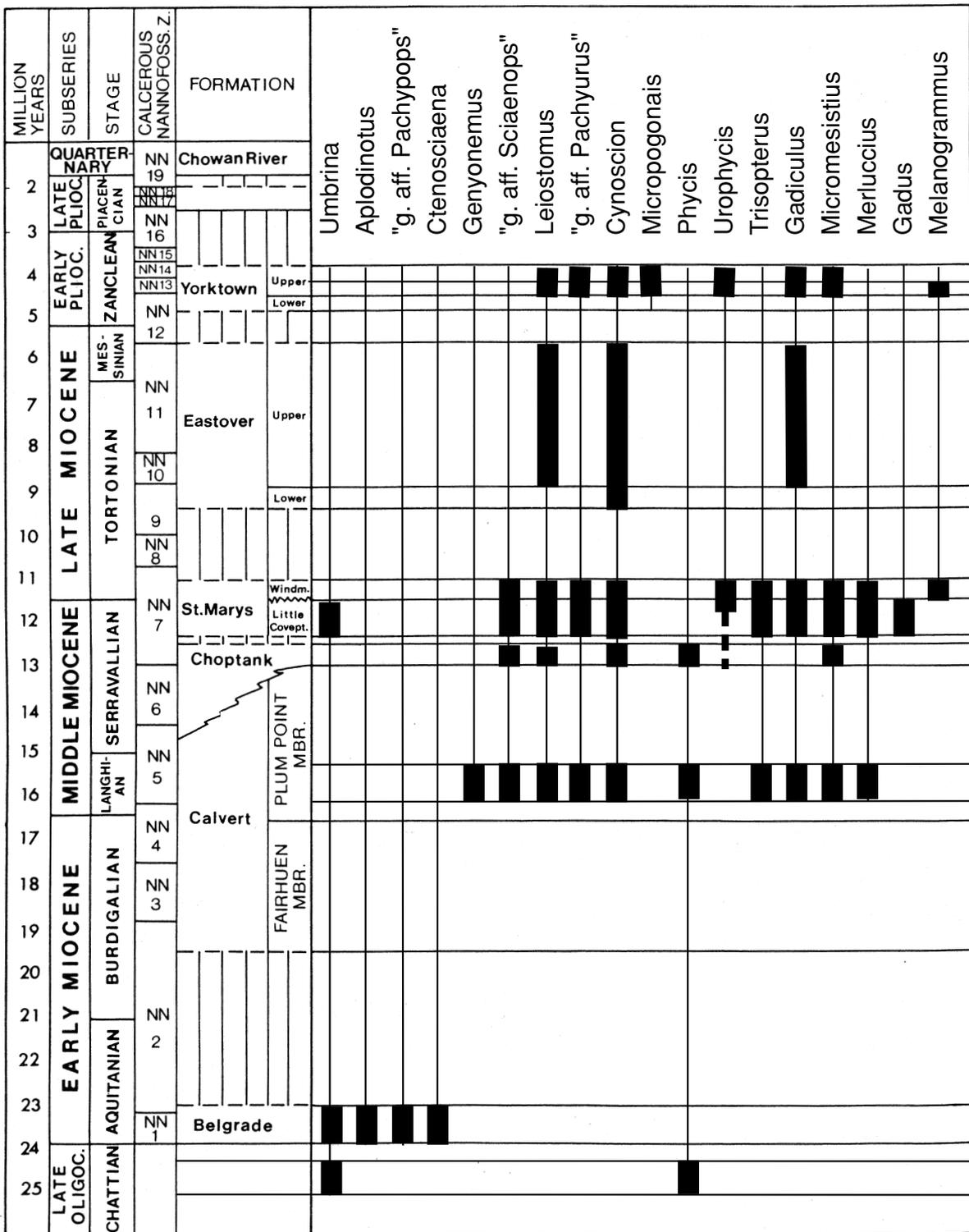


Abb. 52: Stratigraphische Reichweite wichtiger Sciaenidae- und Gadidae-Gattungen im Neogen der Atlantic Coastal Plains.

Fig. 52: Stratigraphical range of essential Sciaenidae- and Gadidae-genera in the Neogene of the Atlantic Coastal Plains.

syidae u.a. bekannt, die eine enge Verbindung zu den nun besser bekannten Faunen des Miozöns belegen. Zumindest zwischen Unter- und Miozän sind danach keine scharfen Faunenwechsel zu erwarten, wie die nachfolgend ausgewerteten Faunen vom Pamunkey River zeigen. Ebenso gibt es bisher kaum Anzeichen für einen stärker ausgeprägten Provinzialismus.

Nach Literaturdaten und vor allem eigenen Arbeiten beginnt die Serie ausreichend dokumentierter Faunen mit miozänen Faunen von der Golfküste und vom Pamunkey River. Von hier an ist die Entwicklung der nordwestatlantischen Faunen Schritt für Schritt rekonstruierbar, auch bei den mikromorphen Selachiern. Ab Miozän lassen sich durch die Arbeiten von NOLF (1976) und NOLF & STRINGER (1992) auch die karibischen Faunen verfolgen.

Die Arbeiten in der Pamunkey Group entlang des Pamunkey Rivers in Virginia erbrachten kleine Kollektionen von Selachierzähnen und Otolithen aus dem höchsten Abschnitt des Woodstock Member der Nanjemoy Formation (höheres Untereozän), die wenigstens einige Trends erkennen lassen. Unter den Selachiern stellen *Carcharias hopei* und *Striatolamia macrota* häufige Arten, die auch noch in der Piney Point Formation verbreitet sind. Dies deckt sich mit der Reichweite dieser Arten im ostatlantisch-tethyalen Raum. Ähnliches trifft für *Abdounia recticonia* und diverse Myliobatidae zu. Die durch Otolithen belegten Teleosteer zeigen ebenfalls eine enge Verknüpfung der unter- und miozänen Faunen. In der kleinen Assoziation aus dem Woodstock Member dominieren Ophidiiformes, daneben einige Pomadasyidae, die sich bis in die Piney Point Formation verfolgen lassen. Größere Faunenumbrüche sind anhand des beschränkten Materials nicht zu erkennen, ähnlich wie in den wesentlich besser bearbeiteten Profilen Westeuropas.

### 5.3.2. Eozäne Faunen

Miozäne Faunen der Golfküstenebene wurde schon früher ansatzweise paläoichthyologisch bearbeitet (Arbeiten von KOKEN, FRIZZELL, DANTE, LAMBER und WHITE, Literaturverzeichnis), wodurch erste Einblicke in die Struktur westatlantischer eozäner Faunen möglich wurden. Die im Rahmen der eigenen Arbeiten in der Piney Point Formation von Virginia zusammengetragene Kollektion lieferte noch zahlreiche weitere, bislang unbeschriebene Taxa. Damit lassen sich die miozänen Faunen jetzt von einer sicheren Basis her interpretieren.

Unter den großwüchsigen Selachiern beherrschen Odontaspidae das Bild, vor allem *Carcharias*-Arten und *Striatolamia macrota*. Weiterhin fällt der Anteil diverser Triakidae (*Galeorhinus*) und Carcharhinidae (*Abdounia*, *Galeocerdo* und *Physogaleus* etc.) auffällig hoch aus. Vor allem das Einsetzen von *Galeocerdo*, *Physogaleus* und *Carcharhinus* charakterisiert die weitere Diversifizierung

der miozänen Faunen. Die erstmalig mit erfaßten kleinwüchsigen Selachier enthalten Gattungen, wie *Squalus*, *Coupagezia*, *Rhinobatus* und *Rhynchobatis*. Sie sind aus den besser bearbeiteten miozänen Faunen Europas schon seit längerem bekannt. Ähnliche Selachierassoziationen lassen sich in den USA bis in das Obereozän/tiefere Oligozän verfolgen (CASE, 1981) und werden hier allmählich durch eine typische "mitteltertiäre" Fauna ersetzt.

Die auf Otolithen basierenden Teleostei-Assoziationen werden von fünf großen Gruppen beherrscht: Anguilliformes (vor allem Pterothrissidae und Congridae), Ophidiidae, Pomadasyidae, Lactariidae und Sciaenidae. Zu diesen quantitativ dominanten Gruppen gesellen sich zahlreiche mehr oder weniger akzessorische Elemente, die insgesamt zu einer außerordentlich diversen Fauna tropischer Provenienz beitragen. Die fünf dominierenden Gruppen müssen etwas detaillierter analysiert werden, da in erster Linie sie die Faunenumbrüche im jüngeren Tertiär charakterisieren.

*Pterothrissus* ist vom Campanium an in den USA nachweisbar und kommt im Altpaläogen der NE USA (Aquia Formation) vor. Miozäne Funde kennt man von Nordkanada (Ellesmere Island, SCHWARZHANS 1966). Die Gattung ist bis zum Oligozän recht häufig und verliert dann im Neogen an Bedeutung. Unter den Congridae dominieren vor allem Arten aus der Umgebung von *Paraconger* die miozänen nordwestatlantischen Faunen, ergänzt durch einige Taxa, die sich im Moment keiner rezent bekannten Gattung anschließen lassen. Hinzu kommen *Gnathophis* und einige Heterenchelyidae sowie Muraenesocidae.

Die miozänen Ophidiiformes werden vor allem von zwei großen Gruppen der Familie Ophidiidae repräsentiert: Ophidiinae und Neobythitinae. Unter den Ophidiinae bilden einige Lepophidiini-Arten, die sich keiner neogen-rezenten Gattung anschließen lassen, einen wichtigen Anteil, z. B. "genus Lepophidiinorum" *mucronatus* (KOKEN, 1888) und "genus Lepophidiinorum" *lamberi* (DANTE & FRIZZELL, 1965). Aus diesem Formenkreis sind vermutlich die neogen-rezenten Lepophidiini um *Lepophidium* herzuleiten. Die zweite große Gruppe der Ophidiinae, die Ophidiini, tritt in der Piney Point Formation erstmalig mit "genus aff. *Otophidium*" *gottfriedei* auf, spielt aber erst ab tieferem Neogen eine wichtigere Rolle. Quantitativ am bedeutsamsten und recht divers sind jedoch fossile Neobythitinae aus dem Tribus Sirembini, die den eozänen Faunen ihr ganz spezielles "paläogenes" Gepräge verleihen. Dazu gehören vor allem "genus Sirembinorum" *crassus*, "genus Sirembinorum" *petropolis*, "genus Sirembinorum" *granus*, "genus Sirembinorum" *decipiens* u. a. Eine zweite fossile Gruppe, von SCHWARZHANS (1981) als Tribus Symmetrosulcini zusammengefaßt, ist ebenfalls sehr verbreitet und Arten wie "genus Neobythitinerum" *virginicus* und "genus Neobythitinerum" *meyeri* tragen zum "paläogenen" Charakter der miozänen

Faunen bei. Die dritte fossile Gruppe fand sich bisher nur in der Piney Point Formation, dominiert aber hier im Bed C ("genus *Neobythitinerum*" *rotundus*). Vergleichbare verwandte Arten dazu ließen sich nicht ermitteln. Die Assoziation wird durch Vertreter der im Paläogen weit verbreiteten Gattung *Hoplobrotula* komplettiert.

Die Pomadasyiidae sind im atlantischen Mitteleozän der USA durch eine Gruppe mit mehr oder weniger elongaten Otolithen und plesiomorpher Sulcusmorphologie quantitativ außerordentlich stark vertreten. Auch diese Gruppe trägt wesentlich zum charakteristischen "paläogenen" Faunenbild bei und verliert spätestens im tieferen Oligozän ihre Bedeutung, ähnlich wie die Sirembini. Vergleichbares trifft auch für die Lactariidae mit ihren beiden *Lactarius*-Arten zu.

Eine ganz andere Position nimmt hingegen die artenreiche Familie Sciaenidae ein, da sie über die Paläogen-Neogen-Grenze hinweg ein dominierender Bestandteil der westatlantischen Schelffaunen bleibt. Sie begann ihren Aufstieg in den westatlantischen untereoziänen Faunen mit einer "primitiven", fossilen Gruppe mit plesiomorpher ("percoider") Otolithenmorphologie. Dafür stehen Arten wie "genus *Sciaenidarum*" *copelandi* und "genus *Sciaenidarum*" *eporectus*. Gleichzeitig ist im Mitteleozän die sukzessive Entwicklung zum *Umbrina*-Typus der Otolithen hervorragend zu beobachten, beispielsweise an Taxa wie "genus *Sciaenidarum*" *eanesi* und "genus aff. *Umbrina*" *livesayi*. Diese frühen Sciaenidae sind bisher nur aus dem atlantischen Tertiär der USA bekannt.

Neben den dominierenden Gruppen tragen diverse Clupeidae, Platycephalidae, Sparidae, Blennioidei und Pleuronectiformes zur hohen Artenzahl der mitteleozänen Faunen bei, wobei u.a. der Anteil der Sparidae im Vergleich zu europäischen Faunen recht gering bleibt.

Faunen aus dem Jacksonian (Priabonium/Latdorfium der europäischen Stratigraphie) sind wieder nur fragmentarisch bekannt, vor allem durch die über 100 Jahre alte Arbeit von KÖKEN. Ein erheblicher Kenntniszuwachs ist erst mit den in Vorbereitung befindlichen Publikationen von NOLF zu erwarten. Bei den Selachiern sieht die Situation etwas günstiger aus. Die Selachier aus dem Obereozän (Barnwell Formation) von Georgia (CASE, 1981) zeigen eine kontinuierliche Fortentwicklung aus dem Mitteleozän und noch relativ geringe Beziehungen zu neogenen Faunen. Unter den Carcharhiniden verliert *Abdounia* an Bedeutung, während *Physogaleus* und *Rhizoprionodon* bedeutsam bleiben. *Hemipristis* und *Dasyatis* treten hinzu und nehmen von nun an einen wichtigen Platz in den Selachierfaunen ein. Andere Gruppen laufen kontinuierlich weiter (Odontaspidae, *Galeocerdo* etc.). Auf diese Weise formiert sich sukzessive die "mitteltertiäre" Fauna, die erst im Untermiozän erneut grundlegend renoviert wird.

Die bis jetzt publizierten spärlichen Otolithenfunde lassen eine kontinuierliche Fortentwicklung der mitteleozänen Faunen erkennen. Dies wird auch deutlich in dem von NOLF bearbeiteten, noch unpublizierten Material von der Golfküste. Beherrschend sind weiterhin Ophidiidae, Pomadasyiidae (beide mit den gleichen Formengruppen wie im Mitteleozän) und vor allem Sciaenidae. Bei den Sciaenidae ist eine beschleunigte Evolution zu beobachten, und bereits im Obereozän entwickelt sich aus den "primitiven" mitteleozänen Formen der *Umbrina*-Typus der Otolithen so weit, daß einige Arten der Gattung *Umbrina* zugewiesen werden können. *Umbrina* und die eng verwandte, etwas heterogene Gattung *Sciaena* sind nach Otolithen die ursprünglichsten Gattungen unter den rezenten Sciaenidae, und *Umbrina* persistiert mit wenig modifizierter Otolithenmorphologie wenigstens seit Obereozän. Die Gruppe wurde im höheren Eozän bis Oligozän Ausgangspunkt für eine rasche Radiation, verbunden mit einer weiteren Modifikation der Otolithenmorphologie. Die Entwicklung läßt sich durch einige spärliche Funde aus dem Vicksburgian (nach US-Stratigraphie Unteroligozän) weiterverfolgen. Sonst ist aus diesem Zeitabschnitt aber kaum etwas bekannt, weder Selachier noch Teleosteer. Dies ist sehr unbefriedigend, da im Oligozän markante Faunenumbrüche liegen müssen, die aus dem sehr unterschiedlichen Charakter der obereozänen und der oberoligozänen/untermiozänen Faunen abzuleiten sind.

### 5.3.3. Oberoligozäne bis untermiozäne Faunen

Aus der oberoligozänen Old Church Formation von Virginia liegt durch eigene Aufsammlungen erstmals eine umfangreiche Kollektion vor. Sowohl Selachier als auch Teleosteer dokumentieren den erwähnten deutlichen Faunenumbruch gegenüber den obereozänen Faunen. Gleichzeitig sind überraschend enge Beziehungen zu oligozänen Faunen von Europa festzustellen. Unter den größeren Selachiern dominieren *Carcharias cuspidatus*, *C. acutissimus*, *Isurus desori* und *Carcharocles angustidens*. Häufige kleinere Selachier sind *Physogaleus latus*, *Carcharhinus elongatus*, *Galeocerdo* cf. *medius* und *Dasyatis*. Das erste Auftreten von *Raja*, *Cetorhinus*, *Galeocerdo contortus* und *Hemipristis serra* markiert ein wichtiges faunistisches Datum. Insgesamt verdeutlichen die Selachier der "mitteltertiären" Assoziationen den Übergangscharakter von einer paläogenen zu einer neogenen Fauna, wobei *G. contortus*, *H. serra* u.a. typisch neogene Elemente darstellen.

Nach Otolithen dominiert unter den Teleosteen die Sciaenidae-Gattung *Umbrina*. Daneben tritt mit *Phycis amplus* der erste Gadide des amerikanischen Tertiärs auf. Die paläogenen Ophidiidae, Pomadasyiidae und Lactariidae hingegen sind völlig verschwunden, obwohl sie faziell zu erwarten wären. *Lactarius* konnte sich in der Karibik noch bis

zum Miozän halten (NOLF & STRINGER, 1992), während die Sirembini und eozänen Pomadasyidae vollständig erloschen sind. Das Vorkommen von *Trachinus* im westatlantischen Oberoligozän überrascht zunächst, da die Gattung heute rein ostatlantisch ist, verdeutlicht aber die noch vorhandenen faunistischen Beziehungen zu Europa, die erst später im Miozän fast völlig zusammenbrechen. Der oligozäne Faunenwechsel ist sicher primär temperaturgesteuert, wie das erstmalige massive Auftreten temperierter Gruppen (*Cetorhinus*, *Carcharoides*, Gadidae, *Trachinus*) anzeigt.

Die Selachierfauna aus dem höchsten Abschnitt der Ashley Formation von South Carolina teilt viele Taxa mit der Fauna der Old Church Formation, einige auch mit der aquitanen Belgrade Formation. Sie dokumentiert damit eine stratigraphische Position um die Oligozän-Miozän-Grenze und vermittelt auch im Artenbestand zwischen der Old Church und der Belgrade Formation. Markante Faunenschnitte sind in diesem Bereich nicht zu erkennen. Das Einsetzen diverser neogener Faunenelemente vollzieht sich sukzessive, ebenso das Aussetzen der paläogenen Taxa. Wichtige, schon im Oligozän dominierende Arten, wie *Carcharias acutissimus* oder *C. cuspidatus*, reichen bis in das Mittelmiozän. Von der Fauna der Old Church Formation unterscheidet sich die der Ashley Formation durch das häufige Auftreten von *Raja* und *Dasyatis* aff. *cavernosa*. Letztere Art ist auch dominierend unter den kleinen Selachierzähnen der Belgrade Formation. Diese Differenzierungen sind faziell verursacht und teilweise temperaturgesteuert. Otolithen stehen aus dem Ashley Member leider nicht zur Verfügung, so daß sich die Situation bei den Teleosteen vorläufig nicht rekonstruieren läßt.

Im tiefen Miozän (Belgrade Formation) kehrten letztmalig tropische bis subtropische Verhältnisse an die mittleren Coastal Plains zurück, verbunden mit einer Invasion tropischer Fische. Dies findet sowohl bei den Selachiern als auch bei den Teleosteen einen übereinstimmenden Ausdruck. Unter den Selachiern beherrschen zahlreiche Rochen (*Dasyatis*, *Rhinobatos*, *Myliobatis*, *Aetobatis* etc.) das Bild, ergänzt durch Sägerochen der Gattung *Pristis*. Auch die Haie sind durch viele Warmwassergattungen vertreten (*Ginglymostoma*, *Isogomphodon* u. a. Carcharhinidae). Bemerkenswerter ist jedoch noch die Teleostei-Assoziation, die fast ausschließlich durch Sciaenidae geprägt ist. Quantitativ dominierend sind Arten aus dem *Umbrina*-Komplex, deren Otolithen eine gegenüber den älteren Faunen deutliche Differenzierung zeigen, ebenso auch die Abzweigung anderer Gruppen (*Pogonias*, *Sciaenops*, *Ctenosciaena*). Weiterhin treten erstmalig Otolithen auf, die schon weiter vom plesiomorphen *Umbrina*-Typus entfernt sind und eine fortgeschrittene Radiation der Sciaenidae belegen (*Aplodinotus*, "genus Sciaenidarum" *onslowensis*). Dieser deutliche sichtbare Sprung in der Evolution der Sciaenidae ist das markanteste Merkmal der Fauna der Belgrade Formation. Damit wird auch

deutlich, daß ein wichtiger Abschnitt der Radiation in tropischen oligozänen Meeresgebieten lag (Karibik, Mittelamerika und tropisches Südamerika). Aus paläoklimatischen und/oder faziellen Gründen ist davon in der Fauna der Old Church Formation nichts zu bemerken, und erst mit der Ausdehnung karibischer Temperaturverhältnisse im Aquitanium breiteten sich die tropischen Sciaenidae weit nach Norden bis an die mittleren Coastal Plains aus, so daß sie hier in den Proben mit erfaßt werden konnten. Im Neogen der Karibik spielten sie insgesamt vom Miozän bis rezent eine wichtige Rolle (Trinidad - NOLF, 1976, Haiti - NOLF & STRINGER, 1992), fehlen aber aus klimatischen Gründen im gesamten postaquitanen Neogen der mittleren Coastal Plains und werden hier durch temperierte, teilweise ausschließlich fossile Gruppen ersetzt. Damit wird die klimatisch bedingte Differenzierung zwischen den tropischen karibischen Faunen und den temperierten Faunen der Atlantic Coastal Plains immer deutlicher. Neben den Sciaeniden tritt in der Belgrade Formation erstmalig die Gattung *Citharichthys* auf, die im jüngeren Neogen zu einem beherrschenden Element unter den Plattfischen (Pleuronectiformes) aufsteigt.

#### 5.3.4. Faunenentwicklung ab höherem Untermiozän

Zwischen Belgrade und Calvert Formation klafft ein größerer Hiatus im Fossilnachweis, da aus diesem Zeitabschnitt (höheres Aquitanium bis Burdigalium) keine otolithenführenden Ablagerungen in den Atlantik Coastal Plains bekannt sind. Von den oligozänen und tief untermiozänen Selachiern sind in der Calvert Formation nur noch die Odontaspidae *Carcharias acutissimus* und *C. cuspidatus* übriggeblieben. Andere charakteristische Elemente, wie *Physogaleus latus*, *Carcharhinus elongatus*, *Rhynchobatus pristius* und *Dasyatis* aff. *cavernosa* sind bereits erloschen. An ihre Stelle treten zahlreiche neue Carcharhinidae, die teilweise schon mit rezenten Arten in Beziehung gebracht werden können und den Faunenwechsel Belgrade Fm. zu Calvert Fm. als deutlichen Faunenschnitt erscheinen lassen. An erster Stelle ist das Auftreten der großen Carcharhinidae aus der "Bull Shark Group" (nach *C. leucas*, dem rezenten Bull Shark) zu nennen, hinzu kommen zahlreiche neue Arten unter den kleinwüchsigen Carcharhinidae. Weiterhin werden im mikromorphen Zahnmaterial ab Calvert Fm. Zähne von diversen *Raja*-Arten dominant, begleitet von einem wechselnden Anteil von *Mustelus* (spielte vor der Calvert Fm. überhaupt keine Rolle) und neuen *Dasyatis*-Arten. Mit diesem Wechsel von der mitteltertiären zur neogenen Fauna ist die Formierung der noch heute herrschenden nordwestatlantisch-karibischen Selachierassoziation weit fortgeschritten.

Ein ganz scharfer Faunenwechsel zeigt sich bei den Teleosteen und ist wohl in erster Linie temperaturgesteuert. In der Calvert Fm. treten erstmalig boreale Gadidae massiv mit Gruppen auf, die

im Miozän Europas lange bekannt sind: *Trisopterus*, *Micromesistius*, *Merluccius* und *Phycis*. Sie belegen eine enge Verbindung der kühl-temperierten bis borealen Faunen des NW- und des NE-Atlantiks. Die weitere Entwicklung der mittelmiozänen *Phycis*-Populationen verläuft sehr interessant. In der Calvert Formation sind noch Otolithen anzutreffen, die ganz dem Muster der Gattung *Phycis* entsprechen. Im Laufe des Mittelmiozäns entwickeln sich daraus typische *Urophycis*-Muster dieser endemisch-westatlantischen Gattung.

Eine weitere wichtige Rolle in der Fauna der Calvert Formation spielen diverse Sciaenidae. Auch hier ist der Faunenumbruch sehr scharf. Die im jüngeren Paläogen bis zum Aquitanium so bestimmende *Umbrina*-Gruppe ist statistisch nicht mehr erfaßbar. Quantitativ am bedeutsamsten sind Arten einer fossilen Gruppe aus dem weiteren Verwandtschaftskreis um die noch rezent mit einer Art vorkommenden Gattung *Sciaenops* (ebenfalls mit einer eng verwandten Form in der Calvert Fm. vertreten). In diese Umgebung gehören auch *Leiostomus* und einige fossile Formen. Schließlich kommen mit *Cynoscion*, *Genyonemus* und einigen fossilen Taxa Sciaenidae mit stärker abgeleiteten Otolithen (gestreckten) Otolithen vor. Sie stammen vermutlich aus der Karibik (dort fossil gut belegt), haben sich im Miozän an temperierte Verhältnisse angepaßt und ihr Areal weiter nach Norden ausgedehnt. Als letzte Gruppe (fossile Gattung?) ist die "Genus aff. *Pachyurus*"-Gruppe zu nennen, die von der Calvert bis zur Yorktown Fm. nachzuweisen ist und in einigen Horizonten nicht selten vorkommt. Andere Gruppen neben den Gadidae und Sciaenidae spielen in der Calvert Fm. quantitativ nur eine sehr untergeordnete Rolle. Wichtig ist das Einsetzen neuer Gruppen, beispielsweise Triglididae (*Pri-notus*) oder Cynoglossidae (*Symphurus*), die bis heute das Bild der nordwestatlantischen neritischen Faunen mit bestimmen. Sie spielen quantitativ zunächst noch eine untergeordnete Rolle.

Von der Calvert Fm. zur Choptank Fm. ändert sich nicht viel, lediglich die quantitative Zusammensetzung verschiebt sich aus faziellen und klimatischen Gründen deutlich in Richtung Sciaenidae. Bei den wenigen Phycinae-Otolithen zeigen sich erste deutliche Abweichungen vom konventionellen *Phycis*-Muster. Mit der beginnenden Ausbildung der anteroventralen Expansion der Otolithen vollzieht sich der allmähliche Übergang vom *Phycis*- zum *Urophycis*-Muster. Die Transformation wird in der St. Marys Fm. abgeschlossen und damit ist eine wichtige, endemisch-westatlantische Gattung entstanden.

Der nächste markante Einschnitt in der Entwicklung der nordwestatlantischen Faunen liegt in der St. Marys Formation. Aus klimatischen Gründen verschwinden die meisten größeren Selachier und unter den kleinwüchsigen Formen dominieren die Zähne von *Raja*-Arten. Unter den Teleostern markiert das massenhafte Auftreten der Gadidae-Gattung *Trisopterus* eine kräftige Abkühlung ge-

genüber der Choptank Formation, vor allem im unteren Abschnitt (Little Cove Point Member). Zum Hangenden hin (Windmill Point Member) verschiebt sich die quantitative Zusammensetzung wieder zugunsten der Sciaenidae. Weiterhin setzen in der St. Marys Fm. neue Gattungen ein, die das Bild der jungneogenen bis rezenten Assoziationen prägen und teilweise schon aus dem tieferen Miozän der Karibik bekannt sind: *Melanogrammus*, *Lepophidium*, *Ophidion*, *Menticirrhus*, *Pogonias*, *Ammodytes* und *Astroscopus*. Schließlich werden die Plattfische (Pleuronectiformes) mit *Symphurus* und *Citharichthys* quantitativ bedeutsam. Vor allem das beginnende massive Auftreten moderner Ophidiidae (Lepophidiini und Ophidiini) markiert ein wichtiges Datum, denn von nun an wird diese Gruppe zu einer dominierenden Komponente der jüngeren Faunen. Bei den Phycinae wird die Transformation vom *Phycis*- zum *Urophycis*-Typus der Otolithen abgeschlossen. Im Windmill Point Member treten nur noch typische *Urophycis*-Otolithen auf. Somit sind am Ende des Mittelmiozäns nahezu alle wesentlichen Elemente der temperierten NW-atlantischen, flach neritischen Faunen vorhanden, und die Assoziationen zeigen jetzt ein nahezu rein westatlantisches Bild. Beziehungen zu europäischen Faunen spielen kaum noch eine Rolle und lassen sich auf nur wenige Taxa einengen, vor allem boreale, zirkumnordatlantische Gadidae.

Die Faunen der Eastover Formation sind noch sehr lückenhaft bekannt. Nach dem wenigen Material sind keine weiteren gravierenden Faunenwechsel zu erkennen, lediglich leichte Verschiebungen in der quantitativen Beteiligung der wichtigsten Taxa vor dem Hintergrund klimatischer Veränderungen. Ein sukzessiver Temperaturanstieg äußert sich in nachlassender Bedeutung der Gadiden (vom Claremont Manor zum Cobham Bay Member) und der zunehmenden Beteiligung eines breiteren Spektrums anderer Gruppen (Serranidae, Ophidiidae, Uranoscopidae, Pleuronectiformes). Auch treten wieder größere Selachier (Carcharhinidae) stärker in Erscheinung (Bull Group), vor allem im Cobham Bay Member.

### 5.3.5. Pliozän-rezente Faunen

Die Erwärmung setzt sich bis in das Unterpliozän fort und die Assoziationen der Yorktown Formation enthalten einen hohen Anteil von Warmwasserelementen, wengleich Upwelling auch für das Auftreten von Kalt- oder Tiefwasserarten im flachen Schelfbereich sorgt. Die Selachier bringen einen letzten Schub neuer Formen, die überwiegend schon rezenten Arten zugerechnet werden können (*Carcharhinus leucas*, *Pterolamiops longimanus*, *Galeocercus cuvier* etc.). Damit ist bei den Selachiern die Ausgestaltung der rezenten westatlantisch-karibischen Fauna weitgehend abgeschlossen. Unter den Sciaeniden dokumentiert das Auftreten von *Sciaenops*, *Larimus*, *Micropogonias*, *Equetus* etc., daß die Evolution dieser Gruppe

in den Warmwasserräumen der Region (z.B. Karibik) weit vorangeschritten ist und die rezent bekannten Gattungen inzwischen weitgehend etabliert sind. Dies läßt sich auch aus den bisher publizierten neogenen Faunen der Karibik (NOLF, 1976; NOLF & STRINGER, 1992) herleiten. Andere, ältere Gruppen sind bereits früher erloschen ("genus Scieanidarum" *onslowensis*, "genus Scieanidarum" *pertenuis* etc.) oder treten letztmalig auf *jeaneae*-Gruppe, "genus aff. *Cynoscion*" *fitchi*), vorbehaltlich der Tatsache, daß jungpliozäne bis altquartäre Faunen noch nicht untersucht worden sind. Auch die Congridae- oder Ophidiidae-Arten lassen sich in vielen Fällen schon mehr oder weniger deutlich mit rezenten Arten identifizieren.

Insgesamt ist im Pliozän die Formierung der rezenten nordwestatlantischen, temperierten bis tropischen Faunen weitgehend abgeschlossen. Im höheren Pliozän bis Altpleistozän erfolgte nochmals ein Aussterben fossiler Gruppen (*Hemipristis*, *Carcharocles*, "genus aff. *Pachyurus*" u.a.), welches bei Mollusken beispielsweise einen weit höheren Grad erreichte als bei den Fischen. Ambiatlantische Taxa (Gattungen) finden sich kaum noch, die wenigen Ausnahmen sind *Lepophidium*, *Ophidion*, *Brotula* oder *Diplodus*, abgesehen von diversen Gadidae, die den gesamten borealen Nordatlantik besiedeln. Trotzdem fehlen noch einige wesentliche Elemente, die bei den Arbeiten sowohl nach der Methode als auch nach den untersuchten Faziesbereichen zu erwarten gewesen wären und heute eine wichtige Rolle spielen. Zu nennen sind vor allem Gobiidae. Sie müssen als ganz junge Einwanderer gelten und erst postunterpliozän ihren heutigen Platz eingenommen haben, vermutlich erst nach den pleistozänen Kaltzeiten. Als vom Ursprung her indopazifische Gruppe sind die Gobiidae bereits im Miozän, noch deutlich vor der Schließung der mittelamerikanischen Landbrücke (vor etwa 3,5 MA), in die Karibik eingewandert (Trinidad, NOLF 1976), haben sich aber dann erst sehr spät an den nordamerikanischen Atlantikküsten ausgebreitet.

Die Entwicklung der norwestatlantischen Schelf-Faunen läßt sich insgesamt folgendermaßen zusammenfassen: Die mitteleozänen Faunen werden von typisch paläogenen Anguilliformes, Ophidiidae, Lactariidae und Pomadasyiidae beherrscht, wie sie auch in Europa verbreitet sind, und zeigen eine relativ geringe Provinzialität. Nur die ancestralen Sciaenidae bilden ein exklusiv westatlantisches Faunenelement. Auch die Selachier lassen sehr enge Beziehungen zur (tropischen) westlichen Tethys (Südwesteuropa, Nord- und Westafrika) erkennen, und die meisten Arten sind ambiatlantisch verbreitet. Innerhalb der im Eozän sehr ausgedehnten tropisch-subtropischen Zone gehörten die west- und die ostatlantischen Faunen zur gleichen biogeographischen Provinz.

Soweit die bislang spärlichen Daten vermuten lassen, änderte sich daran bis zum Obereozän amerikanischer Stratigraphie (Jacksonian) sehr wenig. Bei den Sciaeniden entwickelte sich aus ei-

ner primitiven, fossilen Basisgruppe der *Umbrina*-Typus als Ausgangspunkt einer schnellen Radiation im Oligozän bis tiefstem Miozän.

Ein markanter Faunenumbruch im Oligozän (zwischen tieferem und höherem Oligozän) trennt die paläogenen Faunen von den neogenen, vermutlich verursacht durch eine deutliche Abkühlung. Viele im Paläogen dominierende Gruppen tethyalen Ursprungs starben aus oder überstanden in der tropischen Karibik den Faunenschnitt. Mit der Abkühlung setzte die Ausbreitung der Gadidae im nordwestatlantischen Raum ein, zunächst mit den Gabeldorschen (Phycinae). Die Abkühlung an den nordostamerikanischen Küsten verlagerte das Zentrum der Evolution anderer (tropisch-subtropischer) Gruppen weiter nach Süden, wenigstens bis in die Karibik (Ophidiinae, Sciaenidae u.a.), so daß sie im untersuchten Gebiet nicht mehr lückenlos zu verfolgen sind.

Infolge der deutlichen Erwärmung im tieferen Untermiozän dehnen Warmwasserelemente ihr Areal wieder weit nach Norden aus (karibische Fauna der Belgrade Formation). Die untermiozänen tropischen Sciaenidae dokumentieren einen deutlichen Fortschritt in der Evolution der Gruppe, verbunden mit einer starken Radiation und Separation zahlreicher Gattungen, die sich nach Otolithen schon weiter vom *Umbrina*-Typus entfernt haben. In dieser Phase beschleunigter Evolution der Sciaenidae (bis zum Mittelmiozän) wurden wichtige westatlantischen Gattungen ausgestaltet, wie an der Entwicklung der Morphologie fossiler Otolithen zu erkennen ist, verbunden mit dem Einsetzen zahlreicher neuer Gattungen in der Calvert Formation. Einige Gruppen (Gattungen) sind ausschließlich fossil bekannt. Auch bei anderen Teleostee-Gruppen ist der Umschwung deutlich, zahlreiche Gattungen treten ab Mittelmiozän erstmalig auf. Bei den Selachiern äußert sich der Umbruch vor allem durch den beginnenden Aufschwung der modernen, großen Carcharhinidae aus der *Carcharhinus leucas*-Gruppe ("Bull Group" Sharks der amerikanischen Literatur). Nachdem die Gadidae mit *Phycis* in der chattischen Old Church Fm. erstmalig auftraten, gewinnen sie ab Calvert Fm. einen hohen, teilweise dominierenden Rang. Von nun an sind zwei Evolutionszentren im NW-Atlantik auszumachen: nördlicher Nordatlantik (kühl-temperierte bis boreale Faunen) und Karibik (incl. Florida und Golf von Mexico - tropisch-subtropische Faunen). Je nach klimatischen und hydrographischen Verhältnissen (Wechselspiel von Änderungen in der Position von Golfstromsystem und Labradorstrom) beeinflussen die Faunen beider Zentren mehr oder weniger die neogenen, temperierten Faunen der mittleren Atlantic Coastal Plains, die in starkem Maße von saisonalen Fluktuationen (Wanderungen im Sommer-Winter-Zyklus) geprägt sind. Im Pliozän ist die Formierung der nordwestatlantischen Faunen weitgehend abgeschlossen. In den Schelfgebieten des boreal-arktischen Nordatlantiks haben sich die Gadidae als wichtigste Gruppe eta-

bliert, darunter viele Gattungen ambiatlantisch. In den warm-temperierten bis tropischen Faunen hingegen entwickelten sich vor allem Ophidiinae, Pomadasyidae und Sciaenidae zu dominierenden Gruppen, wobei bei den Ophidiinae und Pomadasyidae die alten eozänen Gruppen völlig durch neogen-rezente Gruppen ersetzt wurden. Die jüngste Einwanderungswelle aus Süden (Gobiidae) ist durch stratigraphische Begrenzung der eigenen Arbeiten nicht mehr erfaßt und muß postunterpliozän erfolgt sein.

#### **5.4. Klimaentwicklung im Tertiär des NW-Atlantiks auf der Basis von Fischfaunen**

##### **5.4.1. Rezente ozeanographische Situation**

Die paläoklimatische Interpretation von tertiären Fischfaunen des nordwestatlantischen Raumes erfordert zunächst eine kurze Übersicht über die gegenwärtige ozeanographische Situation in diesem Gebiet. Von dieser Plattform aus sind die fossilen, insbesondere die neogenen, Faunen auszuwerten. Das hydrographische System im Nordwestatlantik wird von zwei antagonistischen Meeresströmungen bestimmt: dem kalten Labradorstrom im Norden und dem warmen Golfstrom im mittleren und südlichen Teil des Gebietes. Der Labradorstrom fließt aus der Davisstraße/Labradorsee zwischen Grönland und Baffinland/Labrador nach Süden und biegt über den weit nach Osten vorspringenden Schelf der Grand Banks (Neufundland-Bänke) nach Südwesten ab. Von den Grand Banks verläuft er dann dicht an der Küste entlang von Neufundland/Neuschottland bis vor die Neuengland-Staaten der USA (bis Cape Cod in Massachusetts).

Der Golfstrom wurzelt in zwei tropischen Strömungen der Karibik: dem Antillenstrom und dem Karibischen Strom. Ersterer führt entlang der Bahamas nach Norden, letzterer kommt aus dem äquatorialen Atlantik und zieht durch den Inselbogen der kleinen Antillen in das Karibische Meer. Von hier aus läuft er weiter durch die Yucatanstraße in den Golf von Mexico. Ein Teil dieser Strömung wird dann weiter durch die enge Floridastraße geführt (Floridaströmung) und vereinigt sich nördlich der Bahamas mit dem Antillenstrom zum eigentlichen Golfstrom. Der Golfstrom zieht dann entlang der Küste der USA nach Nordosten und sein Hauptstrom wird am Vorsprung von Cape Hatteras auf den Atlantik ausgelenkt. Von hier aus zieht er nach Nordwesten und überquert unter Abschwächung (Abkühlung) den Atlantik in Richtung Nordwesteuropa/Skandinavien, wo sein Einfluß bis in die Barentssee reicht. Bei Cape Hatteras fächert der Golfstrom breiter auf. Der südlich des Hauptstromes befindliche Teil biegt nordöstlich der Bermudas wieder nach Süden ab und endet in der Sargassosee. Der Randbereich nördlich des Hauptstromes führt entlang des Schelfrandes von Cape Hatteras

bis Cape Cod und biegt hier weiter auf den Atlantik ab. Zwischen Cape Cod und den Grand Banks ergibt sich dadurch ein Nebeneinander vom küstennah verlaufenden, kalten Labradorstrom (nach Südwesten gerichtet) und am Schelfrand entlangziehendem, warmen Golfstrom (nach Nordosten gerichtet). Dieses Gebiet ist biologisch besonders produktiv, und hier befindet sich einer der global wichtigsten Fischgründe (vor allem Gadidae).

##### **5.4.2. Beziehungen von Ozeanographie, Klima und Biogeographie im NW-Atlantik**

Der Verlauf des Golfstromes entlang der nordostamerikanischen Küste mit seinem weit nach Norden gerichteten Warmwassertransport verursacht eine deutlich weiter nach Norden reichende Verbreitung von Warmwasserorganismen, als dies vom Ostatlantik bekannt ist. Die Klimazonierung überlagert diese Situation und führt zu einem komplizierteren Verbreitungsschema vieler Fische. Im Süden (Karibik bis Südflorida - etwa bis Cape Canaveral und Bermudas) herrschen tropische Bedingungen mit relativ geringen saisonalen Temperaturschwankungen im küstennahen Flachwasser, die selbst durch kurze Kälteeinbrüche in Florida kaum beeinflußt werden. Bis hierher reicht auch die reguläre Verbreitung tropisch-karibischer Fische. Im Raum zwischen Cape Canaveral und Cape Hatteras (Nordostflorida bis North Carolina) machen sich saisonale Temperaturschwankungen schon etwas deutlicher bemerkbar, bleiben aber noch moderat (ca. 20/28° Celsius). Dieses Gebiet besitzt ein subtropisches Klima. Gleiches gilt für den nördlichen Golf von Mexico, doch üben hier im Winter Kälteeinbrüche (Northerns) einen stärkeren Einfluß aus, wenigstens in den küstennahen Flachwasserarealen. Daher wandern diverse Warmwasserfische im Winter entlang der Küste von Westflorida bis südlich Cape Sable (etwa Petersburg/Fort Myers). Die winterliche Abkühlung des Oberflächenwassers und küstennahen Flachwassers nimmt nördlich von Cape Hatteras weiter zu, und die saisonalen Temperaturschwankungen erreichen ein erhebliches Ausmaß. In dieser zwischen Cape Hatteras und Cape Cod liegenden temperierten Zone (virginische Provinz) kann das Oberflächenwasser im Sommer über 25° Celsius erreichen (im südlichen Teil), mit steigender Tendenz in den letzten Jahren (bis um 30°C um Cape Hatteras), während in kalten Wintern die Temperaturen kräftig absinken, bis unter 10 Grad Celsius an den Küsten der südlichen Neuengland-Staaten. Nördlich von Cape Cod, unter dem Einfluß des Labradorstromes und kühlerer Sommer, erwärmt sich das Wasser im Sommer nicht so extrem, und zwischen Cape Cod und den Grand Banks erstreckt sich eine kühl temperierte (boreale) Zone. Der Golfstrom verläuft hier etwa am Schelfrand und beeinflußt das küstennahe Flachwasser kaum noch, welches mehr vom Labradorstrom beeinflußt wird. Nördlich der Grand Banks, im Labradorbecken, herrschen arktische Verhältnisse, die sich im Winter bis zum

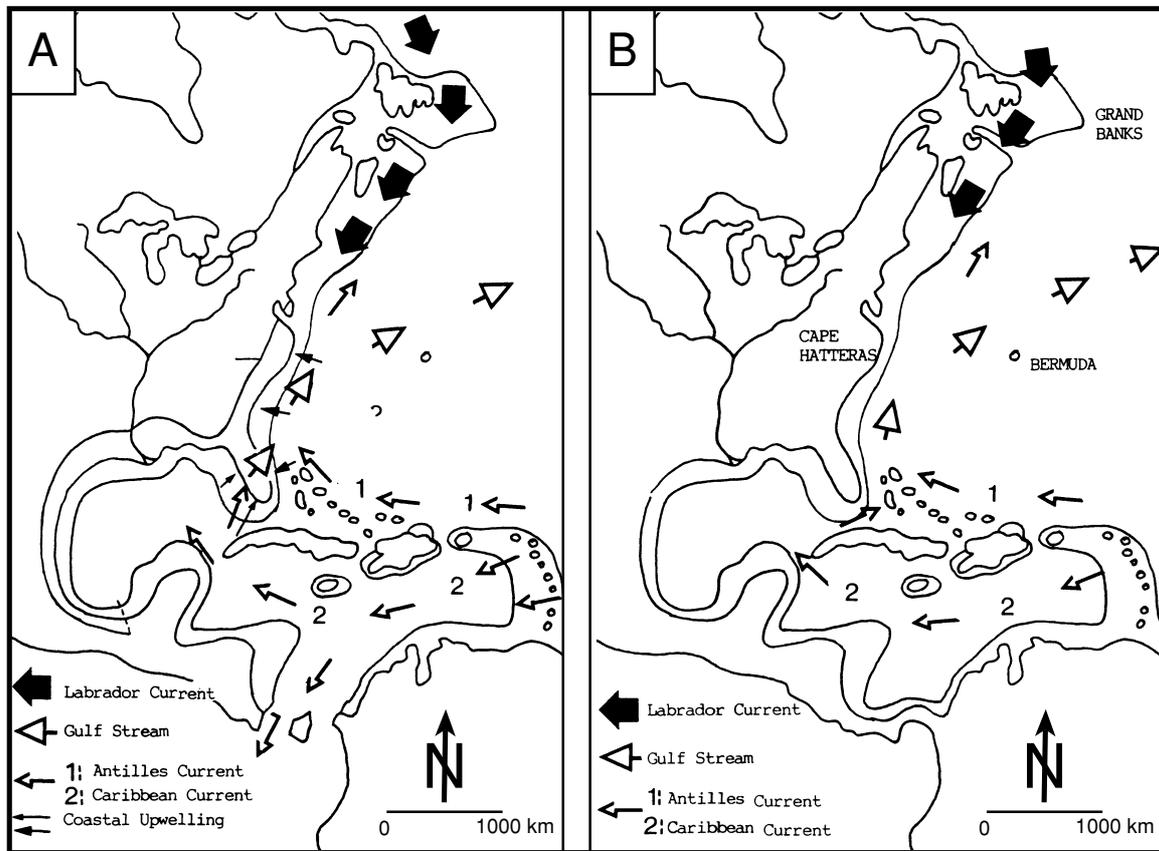


Abb. 53: Ozeanographische Situation im NW-Atlantik, A: höheres Neogen, B: Gegenwart..

Fig. 53: Oceanographical situation in the NW Atlantic, A: late Neogene, B: present situation.

St. Lorenz Golf ausdehnen.

Der subtropische Bereich bis Cape Hatteras wird noch von vielen Warmwasserarten bewohnt (zu nennen sind hier vor allem diverse Ophidiidae (Cusk Eels) und Sciaenidae (Umberfische). Auch viele Haie und Rochen erreichen hier die Nordgrenze ihrer regulären Verbreitung. Insofern bildet Cape Hatteras einen wichtigen Punkt in der Zonierung der nordwestatlantischen Schelf-Faunen. Weiter nördlich, in der virginischen Provinz, übersteigen die saisonalen Temperaturschwankungen das für viele Fische erträgliche Maß (Vital-Intervall). Starke saisonale Fluktuationen sind in diesem Bereich deshalb besonders ausgeprägt. Mit der starken sommerlichen Erwärmung ziehen viele Warmwassererelemente nach Norden bis in die Gegend zwischen New York und Cape Cod, besonders natürlich die schnell wandernden pelagischen oder hemipelagischen Gruppen (diverse Haie und Rochen, große Makrelenfische wie *Sarda* oder *Scomberomorus* etc.). Einige Sciaenidae wandern im Sommer vom Süden her in die großen Ästuarie (Chesapeake Bay) ein, um hier zu laichen. Im Herbst, wenn die Abkühlung einsetzt, ziehen diese Warmwassererelemente wieder nach Süden ab, ihren

Platz nehmen jetzt kühl temperierte bis boreale Gruppen ein (vor allem Gadidae), die je nach Grad der Abkühlung von den Grand Banks bis vor New Jersey und Virginia, maximal bis Cape Hatteras, wandern. Dieser breite Overlap-Bereich von Warmwasser- und Kaltwassererelementen ist eine typische Erscheinung im nordwestatlantischen Raum und an den Küsten von Westeuropa nicht in dieser Form entwickelt. Das Überlappen von Warm- und Kaltwassererelementen ist schon in den miozänen Faunen der mittleren Atlantic Coastal Plains zu erkennen, und die klimatische Position der fossilen Faunen im Vergleich zu den rezenten Gemeinschaften läßt sich bei genügend großen Kollektionen statistisch einigermaßen sicher ermitteln.

Von Cape Cod an nordwärts fällt die saisonale Fluktuation in den Faunen wieder deutlich ab und kühl-temperierte (boreale) Elemente bestimmen das Bild, während eine sommerliche Zuwanderung von Warmwassererelementen kaum noch stattfindet. Im Winter ziehen hocharktische Fische bis Neufundland/St. Lorenz-Golf. Insgesamt ergibt sich aus der kurzen Charakteristik das in Abb. 54 dargestellte Bild, in das auch die fossilen Faunen eingefügt werden können.

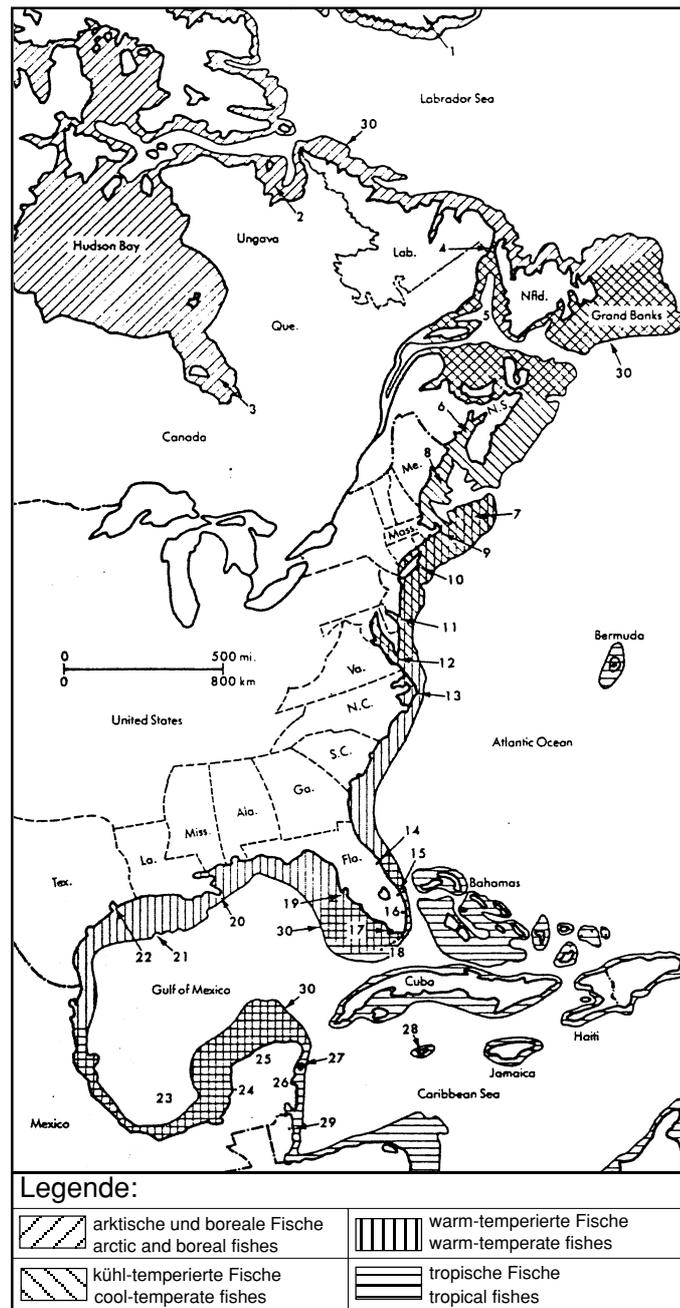


Abb. 54: Klima und Biogeographie nordwestatlantischer neritischer Fische (aus ROBINS & al., 1986)

Fig. 54: Climate and biogeography of neritic fishes in the northwestern Atlantic realm (from ROBINS & al., 1986)

An dieser Stelle muß noch erwähnt werden, daß auch die Subsidenzregel das Faunenbild (sowohl rezent als auch fossil) mit beeinflußt und bei der Interpretation fossiler Faunen mit berücksichtigt werden muß. Die Verbreitung vieler Fische ist primär temperaturgesteuert, und besonders deutlich ist das bei den Kaltwasserarten zu erkennen. Sie folgen ihrem Vital-Intervall von Nord nach Süd in die Tiefe, was am Beispiel der wichtigen Gadidae

und Ophidiidae gut zu belegen ist. Hier schiebt sich die jeweils nördlichere Art im Süden ihrer Verbreitungsgrenze unter die folgende südlichere Art (z. B. bei *Merluccius* oder *Lepophidium*). Daraus ergibt sich nicht nur eine horizontale (geographische) Differenzierung in den Faunenassoziationen, sondern auch eine vertikale Differenzierung. Noch komplizierter wird das Bild in tropisch-subtropischen Upwelling-Zonen, wo mit dem aufsteigenden, kühlen

Tiefwasser auch mesopelagische Faunenelemente auf den flacheren Schelf vorrücken. Hierbei kommt es teilweise zu bizarren Mischungen von Warm-, Kalt- und Tiefwasserelementen. Für solche Gemeinschaften sind in den neogenen Faunen ebenfalls Beispiele zu finden.

### 5.4.3. Ozeanographie im Tertiär

Der heute an den nordostamerikanischen Küsten herrschende status quo unterlag im Tertiär natürlich diversen Veränderungen. Neben Klimaverschiebungen betrifft das vor allem das System der Meeresströmungen, in erster Linie des Golfstromes und seiner Wurzeln. Dessen Verlauf wurde im Tertiär vor allem von den Meeresspiegelschwankungen beeinflusst, wobei die Verhältnisse um Florida ein wesentliches, steuerndes Element bildeten. In Zeiten von Meeresspiegelhochständen preßte sich ein Teil des Floridastromes nicht durch die enge Floridastraße, sondern lief direkt über das überflutete Florida und die südlichen Coastal Plains weiter nach Norden bis zu den temporär ebenfalls überfluteten mittleren und nördlichen Atlantic Coastal Plains. Der Abtransport des warmen Oberflächenwassers wurde durch aufsteigendes, kühleres Tiefenwasser kompensiert, und es etablierten sich von Florida bis Cape Hatteras stabile Upwelling-Zonen mit hoher biologischer Produktivität, geringen Sedimentationsraten und ausgedehnten Phosphatbildungen. Darauf sind die wirtschaftlich wichtigen, fossilreichen Phosphatlagerstätten von Florida bis North Carolina zurückzuführen (z.B. die oligozäne Ashley Formation oder die mittelmiozäne Pungo River Formation). Bei Meeresspiegelhochständen reichte der direkte Einfluß des Golfstromsystems über die überfluteten Coastal Plains auch weiter nach Norden. Bei Meeresspiegeltiefständen hingegen preßte sich der gesamte Floridastrom durch die Floridastraße und vereinigte sich bei den Bahamas mit dem Antillenstrom zum Golfstrom, ähnlich der heutigen Situation. Die Auslenkung auf den Atlantik bei Cape Hatteras erfolgte aber zeitweise noch etwas deutlicher als heute, wodurch im Gegenzug der Labradorstrom seinen Einfluß zeitweise noch weiter nach Süden ausgedehnt haben dürfte.

### 5.4.4. Paläoklimatologische Analyse

Die mittelozeänen Faunen sowohl der Golfküste als auch der Atlantic Coastal Plains zeigen weder eine merkliche Provinzialisierung noch deutlich ablesbare, durch saisonale Temperaturschwankungen verursachte Fluktuationen. Die Faunen sind durchweg aus Warmwassertaxa zusammengesetzt (vergl. Kapitel 5.1.) und vermitteln das Bild tropisch-subtropischer Faunen indopazifischer Prägung (typisch für die eozänen Faunen der westlichen Tethys). Die fehlende faunistische Differenzierung im atlantischen Mitteleozän der USA läßt auf ausgeglichene Temperaturverhältnisse von den Gulf Coastal Plains bis zu den nördlichen Atlantic Coa-

stal Plains schließen. Zumindest für die Gulf Coastal Plains hat sich daran auch im Jacksonian (Obereozän) kaum etwas geändert. Obereozäne, auf Otolithen basierende Teleosteer-Assoziationen sind von den Atlantic Coastal Plains nicht bekannt. Die obereozänen Selachier-Assoziationen von Georgia bis S. Carolina (Cooper Group) repräsentieren jedoch ebenfalls Warmwasserfaunen, und gegenüber der Situation im Mitteleozän (Claibornean) dürfte sich im Jacksonian der Atlantic Coastal Plains paläoklimatisch nichts Wesentliches geändert haben.

Erst die oligozänen Faunen dokumentieren einen wesentlichen Umschwung, wobei aus dem Vicksburgian noch wenige Daten vorliegen, die zur Interpretation nicht ausreichen. Im höheren Oligozän (Old Church Fm. und höherer Teil der Ashley Fm.) jedenfalls tauchen erstmalig temperierte Elemente in den Faunen auf (unter den Selachiern *Cetorhinus* und *Raja*-Arten, unter den Teleosteen *Phycis* oder *Trachinus*), während die dominierenden eozänen Warmwassertaxa weitgehend erloschen sind. Die Mischung von temperierten und warmpräferenten Formen im Oberoligozän der mittleren Atlantic Coastal Plains deutet auf die oben im rezenten Beispiel erwähnte Überlappung beider Gruppen hin, die sich aus saisonalen Migrationen ergibt. Das Fehlen borealer Taxa präzisiert die Position der oberoligozänen Faunen: Sie entstammen dem südlichen Bereich dieser Überlappungszone, vergleichbar heute mit dem Raum zwischen Cape Hatteras und Cape Canaveral (warm-temperiert bis subtropisch). Das ist für die mittleren Atlantic Coastal Plains eine deutliche, aber moderate Abkühlung gegenüber dem sehr hohen Temperaturniveau im Eozän auf ein Niveau ähnlich bis etwas höher als heute im gleichen Raum.

Zum tiefsten Miozän hin (Belgrade Formation, Aquitanium) erfolgte nochmals ein deutlicher Temperaturanstieg. Die Fauna ist karibisch geprägt und dominierende Gattungen wie *Ctenosciaena*, *Aplodinotus* oder *Umbrina*, aber auch viele Selachier, repräsentieren ausgesprochene Warmwasserformen. Temperierte Formen fehlen völlig. Daraus ergibt sich eine Position südlich des saisonalen Überlappungsbereiches, analog zu den Verhältnissen heute von Südflorida südwärts, also tropisch. Ein so hohes Temperaturniveau wurde an den mittleren Coastal Plains im gesamten Neogen nicht wieder erreicht.

Vom unteren Teil der Calvert Formation (Fairhaven Member) stehen nur Selachier zur Verfügung. Sie repräsentieren eine Mischung von Warmwasserelementen (z.B. *Hemipristis*, *Aetobatis*, *Rhinoptera* etc.), hinzu gesellen sich weitgehend temperierte Formen (*Mustelus*, *Raja* etc.), die zunehmend wichtiger werden. Die Fauna des Plum Point Member zeigt erstmals für das Tertiär der Coastal Plains ein massives Auftreten borealer Gadidae und temperierter Formen, während Warmwasserarten nur in geringem Umfang beteiligt sind. Auch die warmpräferenten Selachier treten deutlich zurück, sind aber weiterhin präsent. Die gesamte Fauna ist ty-



pisch für eine nördliche Position innerhalb der Überlappungszone kühl- und warm-präferenter Taxa, wie sie heute etwa von Delaware bis um New York reicht. Das spricht für ein Temperaturniveau ähnlich bis etwas tiefer als heute im gleichen Gebiet.

In der Choptank Formation nehmen die Warmwasserelachier quantitativ wieder zu, und Gadidae treten völlig zurück. Das Temperaturniveau pendelt sich damit auf ein relativ hohes Niveau ein, deutlich höher als heute im gleichen Gebiet und vergleichbar mit den heutigen Verhältnissen an den Küsten der Carolinas. Im höheren Mittelmiozän (St. Marys Formation) erfolgte wieder ein deutlicher Temperaturabfall, und im Little Cove Point Member bilden die borealen Gadiden das beherrschende Element, begleitet von temperierten Teleosteen (*Leostomus*, *Urophycis* etc.). Warmwasserarten fehlen nahezu völlig, auch unter den Selachiern. Die Fauna repräsentiert die kühlste Phase im gesamten Neogen. Aktualistisch läßt sich die Fauna mit der heute vor den Neuengland-Staaten existierenden vergleichen. Im Windmill Point Member treten die borealen Gadiden wieder zugunsten anderer temperierter Formen zurück und die Fauna dokumentiert einen mäßigen Temperaturanstieg auf ein Niveau wie heute im gleichen Gebiet.

Der Trend zur Erwärmung setzt sich auch im Obermiozän (Eastover Formation) fort. Im Claremont Manor Member sind Gadiden noch wichtig, im Cobham Bay Member statistisch schon kaum noch meßbar. Dafür nimmt der Anteil von Warmwasserarten wieder zu. Insgesamt hat die Eastover Formation aber noch zu wenige statistisch auswertbare Faunen geliefert, um diesen Trend genauer zu verifizieren. Etwas höhere Temperaturen als heute im Gebiet sind für das Intervall Cobham Bay Member abzuleiten.

Einen Periode mit noch höheren Temperaturen repräsentiert die unterpliozäne Yorktown Formation. Zahlreiche Warmwassertaxa treten wieder verstärkt in Erscheinung (*Hildebrandia*, diverse Ophidiidae und Sciaenidae). Unter den Gadiden spielt nur die stärker eurytherme Gattung *Merluccius* eine nennenswerte Rolle. Das massenhafte Auftreten von *Ammodytes* (eine mehr kühl-präferente Gattung) ist ganz offensichtlich an Kaltwasseraufbrüche (Upwelling) gebunden, ebenso das Vorkommen von mesopelagischen Gattungen wie *Ceratoscopelus* oder *Diaphus* in flachen Schelfbereichen. Die gesamte Assoziation der Yorktown Fm. repräsentiert eine subtropische Fauna in einem flachen, von Coastal Upwelling beeinflussten Bereich. Viele nachgewiesene Gattungen (und auch schon Arten) sind rezent von etwa South Carolina an südwärts bekannt.

Zusammenfassend dokumentieren die Faunen ein sehr hohes (tropisches) Temperaturniveau im Mittel- bis Obereozän, ohne an den Faunen ablesbare, stärkere saisonale Temperaturschwankungen. Im Oligozän erfolgte eine deutliche, aber moderate Absenkung der Temperaturen bis auf ein Niveau im Oberoligozän, welches etwas höher lag als

heute im gleichen Raum. An der Wende Oligozän/Miozän stiegen die Temperaturen wieder auf ein tropisches Niveau in den mittleren Coastal Plains (Belgrade Formation) an, ohne Hinweise für stärkere saisonale Temperaturschwankungen und damit saisonale Fluktuationen in der Fauna.

Zum höheren Untermiozän und Mittelmiozän hin ist wieder ein allmählicher Temperaturabfall zu rekonstruieren, der ein erstes Minimum an der Wende Unter-/Mittelmiozän (Basis Plum Point Member der Calvert Formation) erreicht, mit vermutlich etwas tieferen Temperaturen als heute im gleichen Raum. Für das mittlere Mittelmiozän (Choptank Formation) ist wieder ein deutlicher Temperaturanstieg abzuleiten auf ein Niveau, das vergleichbar ist mit den heute von South Carolina bis Nordflorida anzutreffenden Bedingungen. Für das obere Mittelmiozän wiederum ist ein kräftiger Temperaturabfall zu rekonstruieren auf das absolute Minimum (im Little Cove Point Member) des gesamten Neogens der Coastal Plains, vergleichbar mit der heutigen Situation viel weiter im Norden des Gebietes (Neuengland-Staaten). Schon im höchsten Miozän stiegen die Temperaturen wieder an, und der Trend setzte sich über das Obermiozän hinweg bis zum Unterpliozän fort. Für das Unterpliozän können nochmals deutlich höhere Temperaturen als heute im Gebiet angenommen werden, allerdings nicht so hoch (tropisch) wie im tiefsten Untermiozän. An der Wende Unter-/Mittelmiozän (Calvert und Pungo River Fm.) und im Unterpliozän interferiert die normale klimatische Zonierung mit großräumigen Upwellings entlang der Küsten der mittleren Coastal Plains.

Der vermutete Temperaturgang im Vergleich zum rezenten Bild läßt sich in einer Kurve darstellen, die mit den von anderen Autoren publizierten Kurven verglichen werden kann (siehe Abb. 55). Im Vergleich zu der von BLACKWELDER (1981) publizierten Kurve ergeben sich einige Abweichungen in bestimmten stratigraphischen Abschnitten (vor allem im lange umstrittenen Grenzbereich von Oligozän und Miozän sowie Mittelmiozän und Obermiozän), in anderen Bereichen korrelieren die Darstellungen. Die Verschiebungen haben wohl in erster Linie stratigraphische Ursachen (besonders im Grenzbereich Oligozän/Miozän) und beruhen auf der unterschiedlichen (heute überholten) stratigraphischen Interpretation in BLACKWELDER.

## 5.5. Bemerkungen zur Evolution einiger wichtiger Gruppen

### 5.5.1. Selachier

Bemerkungen zur Ordnung Lamniformes

Zum Thema Evolution und Systematik der lamniformen Haie sind in den vergangenen 30 Jahren unterschiedliche und teilweise recht konträre Ansichten veröffentlicht worden, man vergleiche hierzu nur COMPAGNO (1977) und GLÜCKMANN (1964). Während sich COMPAGNO vor allem auf re-

zentes Material stützt, wertet GLÜCKMANN das fossile Material im vollen Umfang mit aus. Das Problem der Interpretation fossiler Selachier beruht in erster Linie auf der Tatsache, daß in der Regel nur Kieferzähne zur Untersuchung zur Verfügung stehen. Die funktionsmorphologisch geprägten Zähne können aber in unterschiedlichen Gruppen eine sehr ähnliche Morphologie annehmen und diese Konvergenzen erschweren die Interpretation des fossilen Materials partiell erheblich. Angesichts dieser Probleme bildet ein lückenloser Fossilnachweis die einzige Grundlage für ernsthafte phylogenetischen Studien. Diese Vogabe ist derzeit jedoch nur in wenigen Fällen erfüllt. Innerhalb der Lamniformes lassen sich nach Zähnen wenigstens drei große Gruppen unterscheiden.

1. Zähne mit sehr schlanken Hauptspitzen und mehr oder weniger gut entwickelten Nebenspitzen, teilweise mit deutlicher vertikaler Schmelzstreifung der Lingualseite der Krone, Wurzel mit schlanken Ästen (odontaspider Typus: Odontaspidae, Jaekelodontidae und Mitsukurinidae). Diese drei Familien sind untereinander enger verwandt als mit den übrigen Lamniformes und lassen sich als Superfamilia Odontaspidoidea zusammenfassen.

2. Zähne robust, mit sehr massiver, plumper Wurzel und mehr oder weniger stark verbreiterten Hauptspitzen, Nebenspitzen in der Regel niedrig und breit (lamnider Typus: *Lamna*, Otodontidae und partiell Cretoxyrhinidae - *Cretolamna*).

3. Zähne mehr oder weniger schlank, in der Regel ohne Nebenspitzen, Zähne (vor allem des Unterkiefers) mit häufig auffällig asymmetrischen Wurzeln, wobei der mesiale Ast kürzer und plumper als der distale Ast ist. Dieser isuride Typus findet sich bei *Isurus* und Verwandten sowie einigen Cretoxyrhinidae (*Cretoxyrhina*).

Die Zahntypen 2 und 3 finden sich bei Gattungen, die in der Regel in den Familien Cretoxyrhinidae und Lamnidae untergebracht werden. GLÜCKMANN (1964) teilt auf der Basis der Zahnmorphologie die Lamnidae klassischer Fassung weiter auf und errichtet für den isuriden Typus die Superfamilie Isuroidea und für den lamniden Typus die Superfamilie Lamnoidea, jeweils weiter unterteilt in einige Familien. In der Familie Cretoxyrhinidae hingegen sind Gattungen lamnoider und isurider Gebißstruktur vereint. Das Modell ist jedoch sehr kontrovers diskutiert worden und wird von den meisten namhaften Ichthyologen abgelehnt. Ungeachtet der Kontroversen erscheinen die Überlegungen von GLÜCKMANN in mancher Hinsicht der Tatsache näher zu kommen als die stark vereinfachte Fassung der Gruppe in COMPAGNO. Letztere ist auch von CAPPETTA (1987) im "Handbook of Paleoichthyology" weitgehend übernommen worden. Eine Neubewertung der Gruppe setzt jedoch eine Neuuntersuchung des von GLÜCKMANN teilweise unzureichend dokumentierten und allein nach der Literatur schwer interpretierbaren Materials voraus. Dies betrifft insbesondere *Lamiostoma* GLÜCKMANN, 1964 (Typus: *L. belyaevi* GLÜCKMANN, 1964: rezent).

Sollte es sich tatsächlich um eine in der Dentition von *Isurus* abweichende Gattung handeln, sind auch etliche fossile Taxa isurider Gebißstruktur zu revidieren und die ganze Gruppe neu zu überdenken. Auch die sehr heterogene Familie Cretoxyrhinidae steht zur Diskussion.

### Otodontidae

Über die Evolution der Otodontidae ist schon einiges geschrieben worden (GLÜCKMANN, 1964; CAPPETTA, 1987), wobei die Schlußfolgerungen dieser Autoren nicht kritiklos adoptiert werden können. Insbesondere die stratigraphisch gut datierten Funde aus den USA führen zu anderen Beobachtungen und Ergebnissen bei der Gattung *Carcharocles*. Als Stammgruppe der Otodontidae kann man die Gattung *Otodus* ansehen, die sich ihrerseits aus frühpaläogenen Vertretern des *Cretolamna*-Komplexes (Cretoxyrhinidae) ableiten läßt. Die vor allem in der Oberkreide weit verbreiteten Cretoxyrhinidae vermitteln ein sehr heterogenes Bild in der Zahnmorphologie, und die Familie erscheint als sehr künstliche Einheit, wird aber im Moment von den meisten Paläoichthyologen akzeptiert und verwendet. Es finden sich Gattungen mit isurider Gebißstruktur (*Cretoxyrhina*) und solche mit lamnider Gebißstruktur (*Cretolamna*). Daneben zeigen einige frühe Vertreter aus dem Alb bis Cenoman noch mehr oder weniger odontaspide Aspekte der Zahnmorphologie (*Protolamna*), andere erinnern an die tertiäre Gattung *Carcharoides*. Bei intensiverer Untersuchung lassen sich die Cretoxyrhinidae sicher in einige besser definierte Gruppen zerlegen (was nicht Gegenstand dieser Arbeit sein soll), die sich durchaus mit paläogenen Gruppen verbinden lassen. Auf diese Weise könnte ein neues Konzept erarbeitet werden, welches die phylogenetischen Beziehungen besser widerspiegelt.

*Otodus* erinnert mit seinen dicken, massiven Zähnen sehr an die späten Vertreter der *Cretolamna appendiculata*-Gruppe, die die Kreide-Paläogen-Grenze überschreiten und noch im frühen Paläozän nachzuweisen sind (*Cretolamna pachyrhiza*, teilweise als Unterart von *appendiculata* angesehen). Im tieferen Eozän beginnt der Übergang zur *Carcharocles*-Morphologie. Die Zähne werden etwas flacher, und die Serrulation der Schneideränder setzt ein. Aus dem Mitteleozän Europas und Nordafrikas werden einige Arten verzeichnet, deren Status teilweise unsicher ist (*C. disauris*, *C. auriculatus*). Davon bleibt im Obereozän eine Art übrig, die in macher Hinsicht zwischen dem mitteleozänen *auriculatus* und dem oligozänen *angustidens* vermittelt: *C. sokolowi*. Der Typus stammt aus den unteroligozänen Glaukonitsanden von Jekaterinoslaw in der Ukraine. Die Art ist später häufig mißinterpretiert worden, teilweise zu *auriculatus*, teilweise zu *angustidens* gestellt worden. Andererseits wurden typische *angustidens*-Zähne auch zu *sokolowi* oder *auriculatus* gerechnet. Typisch dafür sind in den USA die Arbeiten von CASE (1980,

1981), der Zähne von *sokolowi* oder *angustidens* als *auriculatus* beschrieben hat. Teilweise sind falsche Bestimmungen wohl stratigraphisch inspiriert. Dies betrifft beispielsweise von CASE (1980) beschriebenen Zähne aus der paläogen-neogenen Faunenmixtur des bis in jüngste Zeit stratigraphisch unzuverlässig datierten "Trend Marl" von North Carolina. Inzwischen ist klar, daß hier ein untermiozäner Anteil mit erfaßt wurde (Belgrade Formation) und ein oligozäner Anteil (jetzt River Bend Formation). Damit kann die von CASE beschriebene seltsame Mixtur neu interpretiert werden. Nach eigenen Beobachtungen kommt in der River Bend Formation der typische *angustidens* vor, ebenso in der oberoligozänen Old Church Formation. Die Ablösung der einzelnen paläogenen Formen (Arten) innerhalb der *auriculatus-megalodon*-Linie verläuft damit etwa synchron zu den Beobachtungen in Europa (wie von GLÜCKMANN, 1964 beschrieben). Vom höheren Oligozän bis zum tiefsten Mittelmiozän sind die Verhältnisse wieder etwas komplizierter. Im allgemeinen ist zu beobachten, daß in diesem Zeitraum die Zähne flacher und breiter werden, auch etwas größer als typische *angustidens*-Zähne. Bei den anterioren Zähnen setzt die Reduktion der lateralen Nebenspitzen ein, während sie bei den lateralen noch recht gut ausgebildet sind (Material aus der Belgrade Formation und Calvert Formation). Auf diesem zwischen anterioren und lateralen Zähnen unterschiedlich schnellen Abbau der lateralen Nebenzähnen beruhen letztlich zwei in der Literatur als Arten bzw. Unterarten gehandelte Taxa: *Carcharocles megalodon chubutensis* (AMEGHINO, 1901) und *C. praemegalodon* (WEILER, 1931). Die Differenzierung setzt bereits im höheren Mitteloligozän ein (MÜLLER, 1983), wo neben typischen *angustidens*-Zähnen [einschließlich *C. turgidus* (AGASSIZ, 1843)] bereits Zähne vom *praemegalodon*- oder *chubutensis*-Muster vorkommen. Diese Koexistenz reicht bis in das tiefste Miozän, und in diesem Zeitraum ist es schwer, Zähne zu *angustidens* oder *chubutensis* zu stellen. Im Laufe des Untermiozäns werden die Zähne größer und breiter und die Nebenzähnen weiter reduziert, bleiben aber bei lateralen Zähnen noch bis in die Calvert Fm. erhalten. In der Calvert Fm. treten aber dann schon typische *megalodon*-Zähne auf. Nach unhorizontierten Funden an den Kliffs ist zu vermuten, daß die Koexistenz beider Typen noch bis in die Choptank Fm. anhält. In der Choptank Fm. tritt nur noch der klar ausgebildete *megalodon*-Typus auf, der nur wenig verändert bis in das Pliozän zu verfolgen ist. Lediglich eine phyletische Größenzunahme ist zu verzeichnen, die stratigraphisch jüngsten Populationen lieferten die größten Zähne.

Die Evolution von *Carcharocles* vollzieht sich ab Mitteloligozän nachweislich in einer einzigen Linie, die gekennzeichnet ist durch Größenzunahme insgesamt und durch Reduktion der lateralen Nebenzähnen bis zum völligen Verlust derselben. Nicht so augenfällig sind kleinere Veränderungen

in der Ausbildung der Serrulation und den Proportionen der Zähne, spielen aber bei der Unterscheidung der paläogenen Arten eine wichtige Rolle. Die fließenden Übergänge erschweren die Bestimmung und Benennung, vor allem im Obereozän (*sokolowi*-Problem) oder Oberoligozän bis Untermiozän (*angustidens-chubutensis*-Gruppe). Eine saubere Abgrenzung der einzelnen Formen in der *angustidens-chubutensis*-Gruppe ist bei den oberoligozänen bis untermiozänen Populationen kaum möglich, und ein Streit, ob noch *angustidens* oder schon *chubutensis*, ist müßig. Ab mittlerem Mittelmiozän sind die Verhältnisse mit der alleinigen Herrschaft von *megalodon* wieder klar.

### Carcharhiniformes

Die ziemlich vollständige Serie von Zähnen aus dem Mitteleozän bis zum Pliozän der Coastal Plains, verbunden mit der Betrachtung ostantlantischer Faunen, erlaubt ein recht genaues Bild über die modernsten Neoselachier, die Familie Carcharhinidae. Im älteren Paläogen beherrschen diverse Lamniformes (vor allem Odontaspidae) noch völlig die Selachierassoziationen (bzw. deren Anteil großwüchsiger Prädatoren - bei mikromorphem Material sehen die Verhältnisse anders aus). Im Paläozän bis tiefem Eozän sind andere Carcharhiniformes noch häufiger (Scyliorhinidae als wohl ursprünglichste Gruppe - seit tieferer Kreide bekannt, Triakidae mit *Galeorhinus*, *Triakis*, *Mustelus*). *Galeorhinus* ist seit Oberkreide bekannt (Europa: *G. girardoti* HERMAN, 1977), ebenfalls aus der Oberkreide stammt eine *Triakis* nahestehende Gattung: *Paratriakis* [z.B. *P. decheni* (VON DER MARCK, 1863) - Westfalen]. Hinzu kommt im Paläozän *Palaeogaleus* GURR, 1962.

Vor allem *Galeorhinus* zeigt in der Zahnmorphologie viele Analogien mit frühen Carcharhinidae, die im Eozän verbreitete Gattungen wie *Abdounia* oder *Physogaleus* liegen noch dicht am *Galeorhinus*-Muster, was die Unterscheidung fossiler Zähne im Einzelfall auch problematisch werden lassen kann. Man kann die frühen Carcharhinidae daher mit einigem Recht von Triakidae aus der Umgebung von *Galeorhinus* (Galeorhinini) ableiten. Auch die frühesten *Galeocerdo*-Arten kommen diesem Muster nahe (*G. latidens*) und mit der beginnenden Radiation der Carcharhinidae trennt sich auch schon die Gattung *Galeocerdo* von den übrigen Carcharhinidae. Während *Galeocerdo* vom Eozän bis rezent durchläuft, überdauern andere frühe Gattungen wie *Abdounia* oder *Physogaleus* das Paläogen nicht oder erlöschen spätestens im frühen Miozän. In einer rezenten Gattung (*Triaenodon*) aus dem indopazifischen Raum findet sich jedoch eine *Abdounia* vergleichbare Dentition. Möglicherweise handelt es sich um einen Descendenten der eozänen Gruppe, allerdings fehlen bisher fossile neogene Nachweise, die zwischen beiden vermitteln. Ein weiterer früher Seitenzweig der Carcharhinidae sind die Hemigaleidae, die vor allem durch die morphologische Differenzierung von anterioren und la-

teralen Zähnen auffallen. *Hemipristis* beispielsweise zeigt ab Mitteleozän seine typische Gebißstruktur, die von da an nur noch geringfügig modifiziert wird. Im Mitteleozän der USA (WHITE, 1956 und eigenes Material) und von Nordafrika schließlich wurden die frühesten echten *Carcharhinus*-Zähne gefunden, eine weitere fossile Gattung von Nordafrika (*Misrichthys* CASE & CAPPETTA, 1991) liegt dicht an diesem Muster. Die eozänen *Carcharhinus*-Arten besitzen noch relativ schlanke, gut abgesetzte Hauptspitzen mit glatten Schneideränden. Die Serrulation beschränkt sich auf den distalen und mesialen Absatz der Krone. Sie ähneln darin generell den Zähnen der neogen-rezenten Gattung *Negaprion*, zu der sie auch häufig gestellt werden. *Negaprion* repräsentiert in der Zahnmorphologie einen konservativeren Typus als viele "moderne" *Carcharhinus*-Arten und hat sich vermutlich schon im Paläozän von *Carcharhinus* abgespalten.

Vom Mitteleozän bis zum Oligozän passiert innerhalb der Gattung *Carcharhinus* wenig Innovatives. Die Zähne behalten ihre schlanken Hauptspitzen mit der fehlenden oder gering entwickelten Serrulation. Die Funktion ist noch weitgehend auf das Ergreifen und Festhalten der Beute ausgerichtet. Ein typischer Vertreter aus dem Oligozän ist *Carcharhinus elongatus*. Die Populationen aus der aquitanen Belgrade Formation zeigen bei etwas größeren und flacheren Zähne die beginnende Verbreiterung der Hauptspitzen und deren einsetzende Serrulation. Sie leiten über zum Typus *C. priscus* mit einer vollständigen Serrulation des gesamten Schneiderandes. Die Hauptspitzen bleiben aber noch schlank und spitz, behalten also noch überwiegend ihre Greif-Funktion.

Ein wesentlicher qualitativer Sprung erfolgte mit dem Auftauchen der *Carcharhinus leucas*-Gruppe (Bull Shark Group) im höchsten Unter- bis tiefstem Mittelmiozän (Calvert Formation). Das plötzliche Auftreten dieser Gruppe legt die Vermutung nahe, daß die Herausbildung dieses Typs früher und in einem anderen Gebiet (vermutlich tropischer Indopazifik) begann. Leider sind neogene Faunen nur von Europa und Amerika ausreichend bekannt, so daß die Entstehung der Bull Shark Group als modernste *Carcharhinus*-Gruppe momentan zeitlich und räumlich nicht weiter eingengt werden kann. Charakteristisch ist die Verbreiterung und Abflachung der Oberkieferzähne, die zusammen mit der Serrulation der Schneideränder (häufig 2. Ordnung) ein hervorragendes Instrument zum Schneiden (Zerstückeln) bilden. Die Unterkieferzähne bleiben konservativ und behalten ihre schlanken Kronen, damit ihre Funktion zum Greifen und Festhalten. Nur bei wenigen Formen werden auch die Unterkieferzähne umgebildet, ähnlich wie die Oberkieferzähne. Ein gutes Beispiel ist der Blauhai *Prionace glauca*, seit Unterpliozän im nordatlantischen Raum sicher nachweisbar, vielleicht schon seit Obermiozän. Damit ist die vorläufige letzte Stufe der adaptiven Radiation der *Carcharhinidae* erreicht. Die Umbildungen in der Gebiß-

struktur sind von einer phyletischen Größenzunahme begleitet und zahlreiche große Arten der Bull Shark Group sowie *Prionace* und *Pterolamiops* gehören zu den großen Prädatoren der Ozeane.

Die Ursachen dieser Entwicklung (sie verläuft parallel zu den *Carcharhinus*-Arten und den engsten Verwandten *Prionace* und *Pterolamiops*, sehr ähnlich beim Tigerhai *Galeocerdo*) ist zunächst eine erfolgreiche Konkurrenz zu den Lamniformes (in erster Linie Odontaspidae), die im Paläozän die vorherrschenden Prädatoren stellen. Bis auf *Carcharocles* und einige Entwicklungen in der isuriden Gruppe (die in *I. hastalis* und *Carcharodon carcharias* gipfelt) kommen die Lamniformes nicht über eine nahezu reine Greif- und Festhaltefunktion des Gebisses hinaus. Die Abflachung und Verbreiterung der lateralen Zähne erreicht einen relativ geringen Grad. Die Struktur des Gebisses der frühen *Carcharhinidae* hingegen zeigt bereits eine recht breite Differenzierung, auch die der verwandten Hemigaleidae. Damit war das Potential für alle späteren Optionen vorhanden. Der Übergang von der greifenden zur schneidenden Funktion beschleunigte sich vermutlich jedoch mit dem Auftauchen großer mariner Mammalier (Cetacea und Pinnipedia), die ebenfalls nach späteoänen ersten Anläufen erst im Neogen wirklich häufig wurden. Diese neue Qualität der potentiellen Nahrung führte innerhalb der Nahrungskette zur Anpassung im Gebiß der Haie, wie übrigens unter den Zahnwalen (*Squalodontidae*) selbst. Der Aufstieg so gigantischer Prädatoren wie *Carcharocles*, *Carcharodon*, *Galeocerdo* oder großer *Carcharhinus*-Arten ist vor diesem Hintergrund eine logische Konsequenz aus der erfolgreichen Entwicklung mariner Mammalier. Die meisten Lamniformes konnten dieser erfolgreichen Entwicklung nicht mehr folgen und wurden bis auf wenige Ausnahmen verdrängt, ebenso wie die Hexanchidae, bei denen der Prozeß schon früher einsetzte. Einige Vertreter dieser Gruppen haben vor allem in der Tiefsee bis heute persistieren können (*Hexanchus*, *Mitsukurina* und *Odontaspidae*).

### 5.5.2. Teleostei

#### Ophidiiformes und Gadidae

Die Ordnung Ophidiiformes ist bereits von NOLF (1980) und SCHWARZHANS (1981) ausführlich behandelt worden, mit Revisionen fossiler Taxa und Bemerkungen zur Evolution, so daß sich weitere Erörterungen hier erübrigen. Überlegungen zur Evolution der Gadidae wurden von GAEMERS (1976) publiziert. Diese werden aber kontrovers diskutiert (insbesondere das "Neogenus"-Konzept) und heute eher abgelehnt. Ausführliche Diskussionen finden sich in NOLF & STEURBAUT (1989), so daß auch hier auf eine weitere Diskussion verzichtet werden kann. Die fossilen Nachweise aus den USA belegen aber die Fragwürdigkeit des Konzepts von GAEMERS, dessen subtiles Schema eine rein "eozänen" Sicht der Dinge repräsentiert und des-

sen extremes Splitting nicht nachvollzogen werden kann. Als dritte wichtige Gruppe in den fossilen westatlantischen Faunen erweisen sich die Sciaenidae. Auf diese bisher noch nicht zusammenfassend interpretierte Familie soll deshalb nachfolgend näher eingegangen werden.

### Sciaenidae

Aufgrund des schon weiter oben erwähnten, überdurchschnittlich guten Fossilnachweises und der nahezu vollständigen Kenntnis der Otolithen rezenter Arten eignet sich die Familie Sciaenidae besonders gut für paläontologische Studien. Hinzu kommen ausgezeichnete moderne Arbeiten zur Anatomie, verbunden mit cladistischen Analysen zur Klärung der Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Gruppe und möglicher Beziehungen zu anderen Percoidei-Gruppen sowie zur Ökologie und Biogeographie. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang vor allem die Arbeiten von CHAO (1978, 1986), CHAO & MUSICK (1977), CHU, LO & WU (1963), MOHAN (1972), SASAKI (1989) und TREWAVAS (1962, 1964, 1977). Überlegungen auf Otolithenbasis zur Herkunft der Sciaenidae wurden von NOLF & TAVERNE (1977) publiziert.

### Charakteristik von Sciaenidae-Otolithen

Bevor die Diskussion weiter vertieft werden soll, müssen zunächst die wesentlichen Merkmale von Sciaenidae-Otolithen und Unterschiede zu anderen Percoidei-Gruppen herausgearbeitet werden. Zur Illustration dazu sind in Abb. 56 je ein charakteristischer percoider Otolith (Abb. 56/1: *Lactarius kokeni* - Lactariidae) und ein charakteristischer sciaenider Otolith (Abb. 56/2: "genus aff. *Sciaenops*" *schwarzahansi* - Sciaenidae/Sciaeninae) gegenübergestellt. Die in der Diskussion erwähnten wichtigen morphologischen Merkmale sind gekennzeichnet und numeriert.

Typische Sciaenidae-Otolithen zeichnen sich durch einige spezielle Merkmale aus, die sie in Otolithen-Assoziationen sofort als solche erkennen lassen. Zunächst sind Sciaenidae-Otolithen in der Regel sehr massiv und in Relation zu den Dimensionen der dazugehörigen Fische recht groß. Im Gegensatz zu Otolithen anderer basaler Percoidei besitzen sie einen ungegliederten Vorderrand (1) ohne Rostrum, Excisura und Antirostrum. Vielmehr bildet der Vorderrand einen gleichmäßig konvexen Bogen und nur bei einigen sehr stark spezialisierten Formen findet sich eine abweichende Konstruktion. Es handelt sich hierbei um Gattungen, bei denen der utriculäre Otolith (Lapillus) abnorm vergrößert ist und zu einer Änderung der Platzverhältnisse im Labyrinth führt, unter Beeinflussung der Morphologie der Sagitta. Das Ostium (5) typischer Sciaenidae-Otolithen öffnet sich am Vorderrand nicht in seiner gesamten Höhe, sondern nur mit einem kleinen, zipfelartigen Kanal (2) im anterodorsalen Bereich. An fossilen Otolithen ist diese feine Struktur in der Regel nur bei perfekter

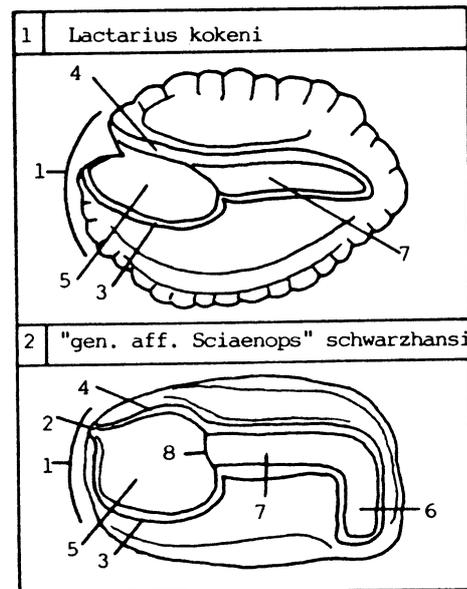


Abb. 56: Morphologischer Vergleich eines typisch percoiden und eines typisch sciaeniden Otolithen. Erläuterungen im Text.

Fig. 56: Morphological comparison of a typical percoidei and a typical sciaenidei otolithen. Explanations in the text.

Erhaltung konserviert. Schon leichte Korrosion verwischt dieses Detail, und die Otolithen täuschen eine breite Öffnung des Ostiums vor.

Abgesehen von einigen stark spezialisierten Formen erweitert sich das Ostium (5) am Collum (8) sehr stark in ventraler (3) und nur wenig in dorsaler (4) Richtung. Ein umfangreiches Colliculum füllt das Ostium völlig aus, so daß es sehr flach erscheint. Die tiefere Cauda (7) erreicht in der Regel eine vergleichsweise erhebliche Länge und biegt hinten (6) meist sehr deutlich in ventraler Richtung ab. Auch hier weichen nur einige spezialisierte Taxa mit gestreckten Otolithen (z.B. *Cynoscion*) vom allgemeinen Muster ab. Als eminent wichtiges Merkmal ist die Junktion von Ostium und Cauda anzusehen. Am Collum (8) bildet eine bogenförmig nach vorn gerichtete, meist scharfe Linie die Grenze zwischen ostialem und caudalen Bereich des Sulcus. Die übrigen Merkmale der Innenseite der Sagitta (Area, Ventralfeld und Ventralinie) entsprechen dem allgemeinen percoiden Muster. Die Area ist jedoch dorsal häufig durch eine deutliche Linie begrenzt und biegt hinten parallel zur Cauda mit in ventraler Richtung ab.

Auf der Basis des vorliegenden Materials kann nun die Morphogenese der Sciaenidae-Otolithen von den ancestralen eozänen Taxa bis hin zu "modernen" Gruppen nachgezeichnet werden. Zur Illustration dieser nachfolgend diskutierten Entwicklung sind die Otolithen einiger wichtiger Taxa in Abb. 57 dargestellt. Die Numerierung der einzelnen Merkmale folgt der Anordnung von Abb. 45. Die äl-

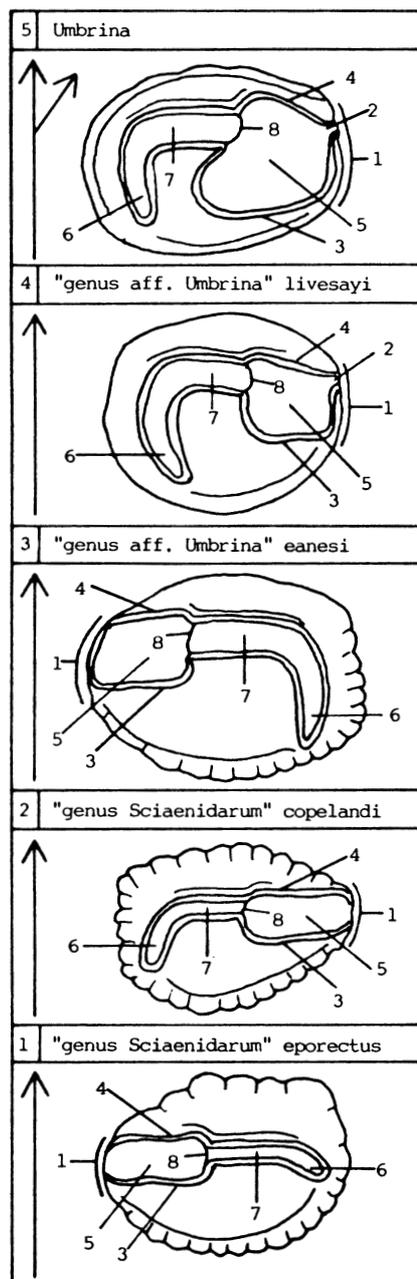


Abb. 57: Entwicklung der sciaeniden Otolithenmorphologie vom ancestralen (percoiden) Typus zum *Umbrina*-Typus. Erläuterungen im Text.

Fig. 57: Development of Sciaenid otolith morphology from the ancestral (percoid) type to the *Umbrina*-Type. Explanations in the text.

testen bislang bekannten Sciaenidae stammen aus dem Eozän (Claibornean) der USA. Ihre Otolithenmorphologie (Abb. 57/1-2) weicht in einigen Punkten stark von der der neogen-rezenten Gattungen ab, doch läßt sich anhand des amerikanischen Materials eine ganz anschauliche Entwicklungsreihe zusammenstellen, welche die Morphogenese des sciaeniden Otolithen-Musters bilderbuchartig de-

monstriert.

Den am deutlichsten plesiomorphen Charakter zeigen die Otolithen von "genus Sciaenidarum" *eporectus* (Abb. 57/1). Während der Vorderrand der Sagitta (1) schon die gleichmäßig konvexe, ungliederte Kontur aufweist, ist der Sulcus noch sehr atypisch gestaltet. Vom Colliculum schon völlig ausgefüllt, erweitert sich das Ostium (5) am Collum (8) nur wenig gegenüber der Cauda (7), sowohl ventral (3) als auch dorsal(4). Auffällig ist eine leichte konkave Eindellung des Dorsal- (4) und Ventralrandes (3) des Ostiums. Vom Collum mit seiner konkaven Junktion Ostium/Cauda führt die enge Cauda (7) horizontal und gerade nach hinten und biegt mit dem Hinterende (6) nur leicht in ventraler Richtung ab. Die Otolithen von "genus Sciaenidarum" *copelandi* (Abb. 57/2) modifizieren diese noch sehr "primitive" Muster nur wenig. Das Hinterende (6) der Cauda (7) biegt wesentlich weiter in ventraler Richtung ab, und die ventrale Erweiterung (3) des Ostiums (5) fällt geringfügig größer aus, übersteigt aber die dorsale (4) Erweiterung nur wenig.

Otolithen von "genus aff. *Umbrina*" *eanesi* (Abb. 57/3) dokumentieren dann schon einen deutlichen qualitativen Sprung in Richtung *Umbrina*-Typus. Die Cauda (7) ist stark gebogen und der abwärts gerichtete Teil (6) erreicht etwa 50% ihrer Gesamtlänge. Das Ostium (6) dehnt sich ventral (3) stärker aus, während sich an der dorsalen Erweiterung (4) noch wenig ändert. Insgesamt erreicht es jetzt einen gedrungen rechteckigen Umriß. Die Junktion Ostium/Cauda (8) ist erstmalig flach konvex nach vorn gebogen. "genus aff. *Umbrina*" *eanesi* zeigt damit schon nahezu alle wichtigen Autapomorphien typischer Sciaenidae-Otolithen.

Die ventrale Erweiterung (3) des Ostiums (5) ist bei Otolithen von "genus aff. *Umbrina*" *livesayi* (Abb. 57/4) noch weiter fortgeschritten, während die dorsale Erweiterung (4) noch auf einem konservativen Level bleibt. Erstmals ließ sich jedoch bei gut erhaltenen Otolithen der kleine Ostialkanal (2) am Vorderrand beobachten. Zu charakteristischen *Umbrina*-Otolithen (Abb. 57/5) ist es nun nur noch ein kleiner Schritt. Das Ostium (5) dehnt sich ventral (3) noch weiter aus, vor allem in posteroventraler Richtung, und auch die dorsale Erweiterung (4) fällt etwas deutlicher aus.

Nach dem amerikanischen Material vollzog sich die geschilderte Morphogenese der Otolithen komplett im Eozän, und bereits im Claibornean ist der *Umbrina*-Typus voll entwickelt, während die ancestralen Formen spätestens im höheren Eozän bis Unteroligozän (Jacksonian) schon wieder ausstarben. Die *Umbrina*/*Sciaena*-Gruppe jedoch wurde im Oligozän bis tieferen Miozän Ausgangspunkt einer enormen Radiation der Sciaenidae und konnte bis heute persistieren. Im Oligozän setzte dann auch die globale Ausbreitung der Gruppe ein.

### Systematische Stellung der Sciaenidae innerhalb der Percoidei

Die Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Percoidei werden von den einzelnen Ichthyologen teilweise recht unterschiedlich interpretiert, wobei bis heute eine ausgefeilte Analyse der Gruppe fehlt, wohl wegen der außerordentlichen Fülle von Taxa, die innerhalb der sehr großen Gruppe zu untersuchen wären. Im Rahmen dieser Probleme fallen auch Statements über mögliche enge Verbindungen der Sciaenidae zu anderen Gruppen recht unterschiedlich aus.

NOLF & TAVERNE (1977) verglichen die Otolithen der Sciaenidae mit Otolithen bestimmter Beryciformes (Myripristidae). Dieser Versuch wurde wohl inspiriert von der unter Ichthyologen heute weitgehend unbestrittenen Auffassung über die paraphyletische Natur der Perciformes/Percoidei (PATTERSON, 1964). Nach anatomischen Untersuchungen ergeben sich einige Parallelen zwischen Myripristidae und Sciaenidae im Bau der Schwimmblase und im Skelett der Caudalis. Die Otolithen zeigen einige oberflächliche Ähnlichkeiten (Abb. 58/D), wenn man nur die der "modernen" Sciaenidae und der Myripristidae vergleicht, vor allem in der starken Erweiterung des Ostiums. Nun bestehen auch aus der Kenntnis der fossilen Otolithen heraus wenig Zweifel an der paraphyletischen Natur der Perciformes/Percoidei, aber gerade die Sciaenidae bieten keine Anhaltspunkte auf Otolithenbasis, die eine direkte Herkunft von bestimmten Beryciformes belegen würden. Berücksichtigt man in einem Vergleich nicht nur die modernen, sondern auch die ancestralen eozänen Sciaenidae aus Nordamerika, sind irgendwelche morphologischen Beziehungen zu Otolithen der Myripristidae nicht zu erkennen (Abb. 58/D und 58/J-K) und die Überlegungen zu möglichen Verwandtschaftsbeziehungen werden in eine ganz andere Richtung gelenkt, die auch in neueren ichthyologischen Arbeiten eingeschlagen wird.

Die interessantesten Beiträge zu diesem Thema sind die Publikationen von TREWAVAS (1978) und SASAKI (1989). Besonders die Arbeit von SASAKI eignet sich hervorragend zu einer vergleichenden Diskussion, da hier mögliche Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Percoidei und innerhalb der Sciaenidae selbst auf der Basis sehr ausführlicher anatomischer Untersuchungen abgeleitet und in einem Cladogramm dargesellt werden.

Zunächst halten sämtliche auch schon weiter oben erwähnten Autoren die Sciaenidae für eine monophyletische Gruppe. Dem ist nach den eben diskutierten morphologischen Merkmalen der Otolithen, die man als Autapomorphien ansehen kann, völlig problemlos zuzustimmen. Die Spezialisierung der Otolithen steht offensichtlich im Zusammenhang mit der gegenüber anderen Percoidei deutlich verbesserten Möglichkeit der Schallerzeugung und -wahrnehmung der Sciaenidae. Diese Eigenschaft hat jedoch nicht nur zu einem besonderen Ausbau des Labyrinths geführt, sondern auch zu besonde-

ren Adaptionen im Seitenliniensystem und zur Spezialisierung der Schwimmblase mit direkter Verbindung zum Labyrinth und der Muskeln ("drumming muscles"). Die Seitenlinie reicht nicht nur bis zum Ansatz der Caudalis wie bei anderen Percoidei, sondern bis zu deren Ende. Im Schädelbereich kommt es zu einer Hypertrophie des Seitenliniensystems. Hier sind die Frontalia kavernös entwickelt, und die den Raum auf den Neuromasten ausfüllende Flüssigkeit in den Kavernen dient als Empfänger und/oder Verstärker für Schallwellen (SASAKI, 1989: 9-10). Bei Gattungen mit kleinen, wenig leistungsfähigen Augen (z.B. *Panna*) ist die Hypertrophie besonders ausgeprägt, da hier vermutlich die Schallwahrnehmung die eingeschränkte Funktion der Augen ersetzt. Zusätzlich zur Modifikation im Bereich der Frontalia ist die Anordnung von Rezeptoren in Gruben im Kinnbereich zu beobachten. Ähnliche Kinnporen finden sich sonst nur noch bei Pomadasyidae (Percoidei). Übrigens erfolgt die Schallerzeugung bei den Sciaenidae fast ausschließlich durch Männchen.

Auf der Grundlage von 21 typischen Synapomorphien (13 davon autapomorph für Sciaenidae) kommt SASAKI zu dem Schluß, daß die Sciaenidae einerseits eine recht primitive Gruppe innerhalb der Percoidei darstellen ("early offshoot"), andererseits so hoch spezialisiert sind, daß die Klärung der Verwandtschaftsverhältnisse sehr erschwert ist. TREWAVAS (1977) konstatiert engste Beziehungen zur Familie Pomadasyidae, auch in der Otolithenmorphologie. Weiterhin wurden Lutjanidae mit in die Überlegungen einbezogen. SASAKI lehnt den Vergleich auf Otolithenbasis und daraus abgeleitete Schlußfolgerungen wegen der zu hohen Spezialisierung der Sciaenidae ab. Diese Meinung ist wieder nur aus der Tatsache verständlich, daß lediglich stärker abgeleitete rezente Formen in die Überlegungen einbezogen wurden. Die Otolithen der ancestralen eozänen Sciaenidae hingegen liegen viel dichter am Percoidei-Muster und sind zur Klärung der Verwandtschaftsverhältnisse besser geeignet.

In Abb. 58 sind zur Illustration der Diskussion die Otolithen typischer Vertreter der in die Diskussion einbezogenen Gruppen dargestellt. Otolithen von Lutjanidae (Abb. 58/A-C) besitzen einen  $\pm$  gedrungenen,  $\pm$  pentagonalen Umriß. Der Sulcus zerfällt in ein relativ kurzes, weites Ostium und eine deutlich längere, recht enge Cauda, hinten  $\pm$  deutlich abwärts gebogen. Die dorsale und die ventrale Erweiterung des Ostiums liegen auf gleicher Höhe. Antirostrum und Excisura bleiben zwar klein, sind aber deutlich entwickelt. Pomadasyidae-Otolithen sind variabel im Umriß und lassen sich in mehrere Morphotypen einteilen. Die ursprünglichste Form repräsentiert die elongate Gruppe (Abb. 58/E), die im Eozän weit verbreitet war und heute nur noch mit wenigen Vertretern (z.B. *Orthopristis* oder *Isacia*) existiert. Sie besitzt ein kurzes, nur mäßig weites Ostium von spatelförmigem Umriß und eine lange, enge Cauda, hinten nur wenig abwärts gebogen. Ab Mitteltertiär (Oligozän) treten

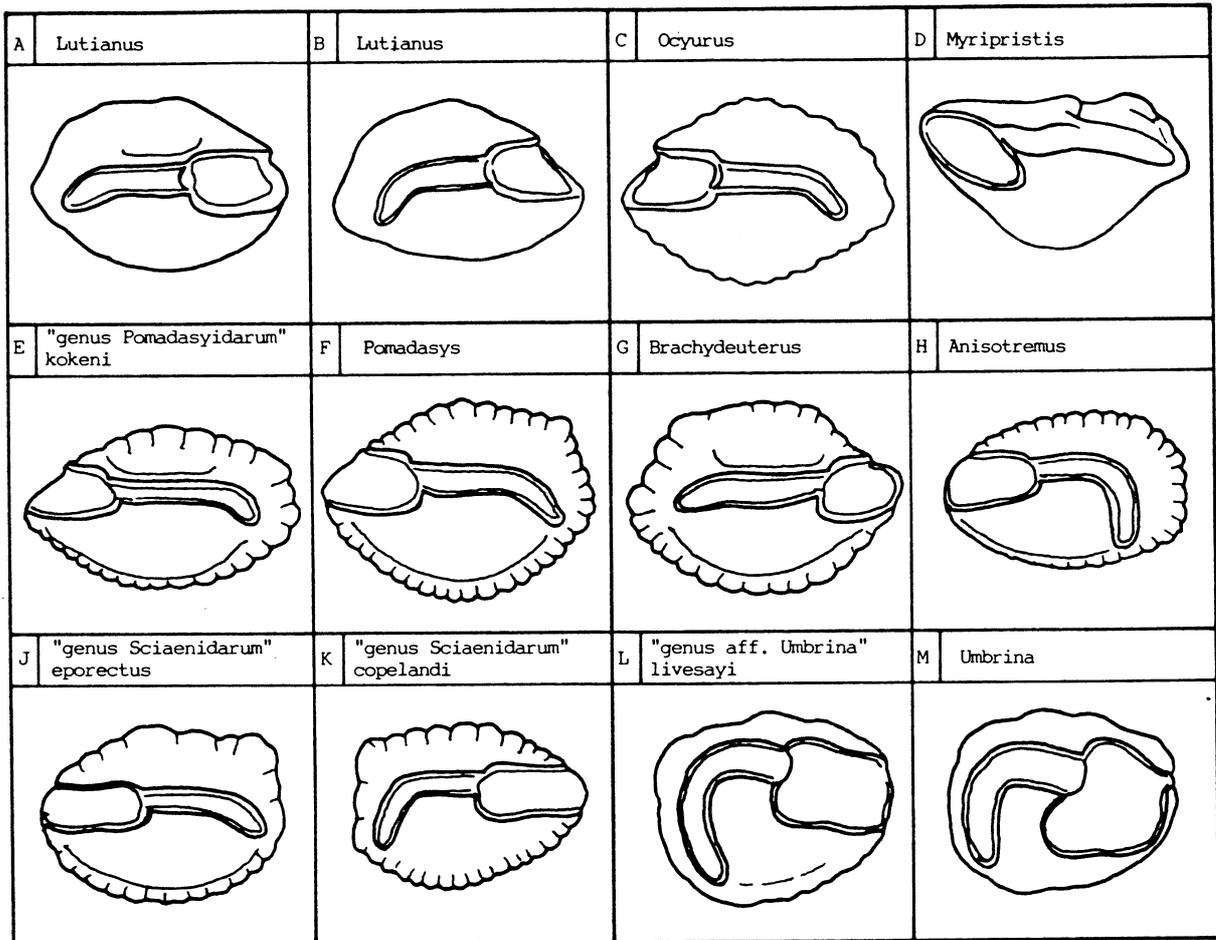


Abb. 58: Morphologischer Vergleich von Otolithen einiger Teleostei-Familien: A-C: Lutjanidae, D: Myripristinae, E-H: Pomadasyidae, J-M: Sciaenidae.

Fig. 58: Morphological comparison of otoliths of some Teleostei families: A-C: Lutjanidae, D: Myripristinae, E-H: Pomadasyidae, J-M: Sciaenidae.

vermehrt gedrungene Formen auf (Abb. 58/F-G, *Pomadasys* und *Brachydeuterus*), mit deutlicher Erweiterung des Ostiums und  $\pm$  stark abgebeugtem Hinterende der Cauda. Die jüngste Gruppe stellen Gattungen wie *Anisotremus* (Abb. 58/H) oder *Haemulon* mit einer stark gebogenen Cauda und einem kurzen, mäßig weiten Ostium. Allen Pomadasyidae-Otolithen gemeinsam ist ein Detail der Sulcismorphologie: Die dorsale Erweiterung des Ostiums erfolgt vor der ventralen, wodurch das Collum eine  $\pm$  schräge Position erhält. Excisura und Antirostrum sind unterentwickelt oder können ganz fehlen, ähnlich wie bei den ancestralen Sciaenidae. Insgesamt ergeben sich nach Otolithen zwischen beiden Familien die engsten Beziehungen. Das korreliert mit der Einschätzung von TREWAVAS (1977) nach Studien an rezemem Material. Sciaenidae und Pomadasyidae teilen übrigens noch ein weiteres Merkmal: die Anlage von Kinnporen im cranialen Teil des Seitenliniensystems, die anderen Percoidei fehlt.

SASAKI (1989) findet auf der Basis der Modifikation des Parasphenoids eher Beziehungen zwischen

Pomadasyidae und anderen Percoidei (Kuhliidae, Kyphosidae, Theraponidae, Gerreidae etc.), des nach hinten offenen Myodomms und der Spezialisierung des musculus transversus dorsalis anterior (musculus transversus epibranchialis) besonders enge Beziehungen zwischen Pomadasyidae und Gerreidae. Diese lassen aber nach Otolithen nur wenige Gemeinsamkeiten erkennen. Die Problematik zeigt anschaulich eine wesentliche Achillesferse der reinen Cladistik: Die objektive Wertung und Wichtung (Ranking) verschiedener Merkmalskomplexe. Dem komplizierten und in der Evolution relativ konservativen Labyrinth kommt ein hoher Stellenwert in der Systematik zu, wenigstens ab Familien-Niveau abwärts in der systematischen Hierarchie. Die Otolithenmorphologie bildet einen recht stabilen und systematisch gut auswertbaren Komplex. Insofern halte ich die Meinung von TREWAVAS (1977) über engste Beziehungen zwischen Sciaenidae und Pomadasyidae für zutreffend und am besten vereinbar mit den Beobachtungen an fossilen Otolithen.

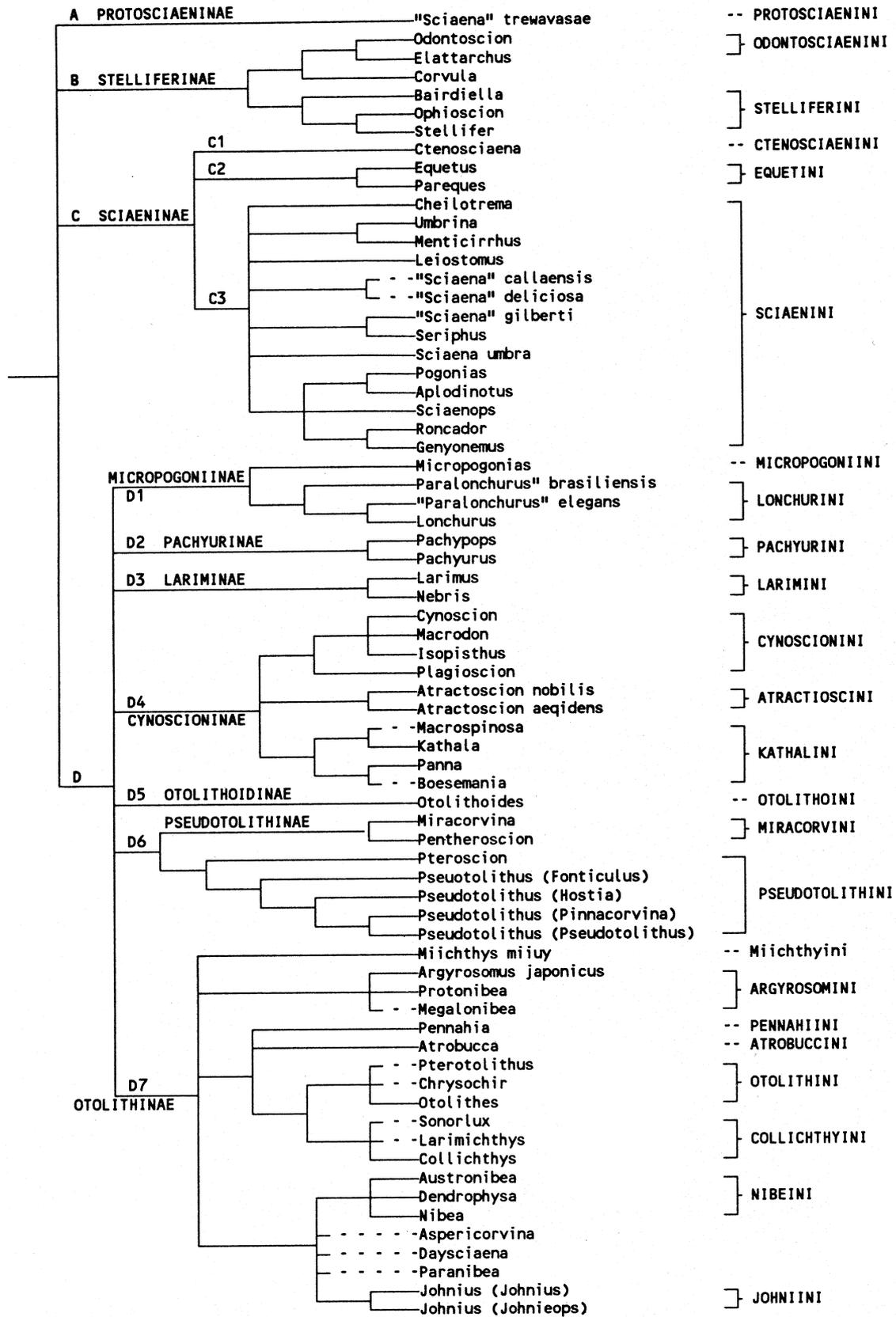


Abb. 59: Cladogramm der Familie Sciaenidae (aus SASAKI, 1989).

Fig. 59: Cladogram of the family Sciaenidae (from SASAKI, 1989).

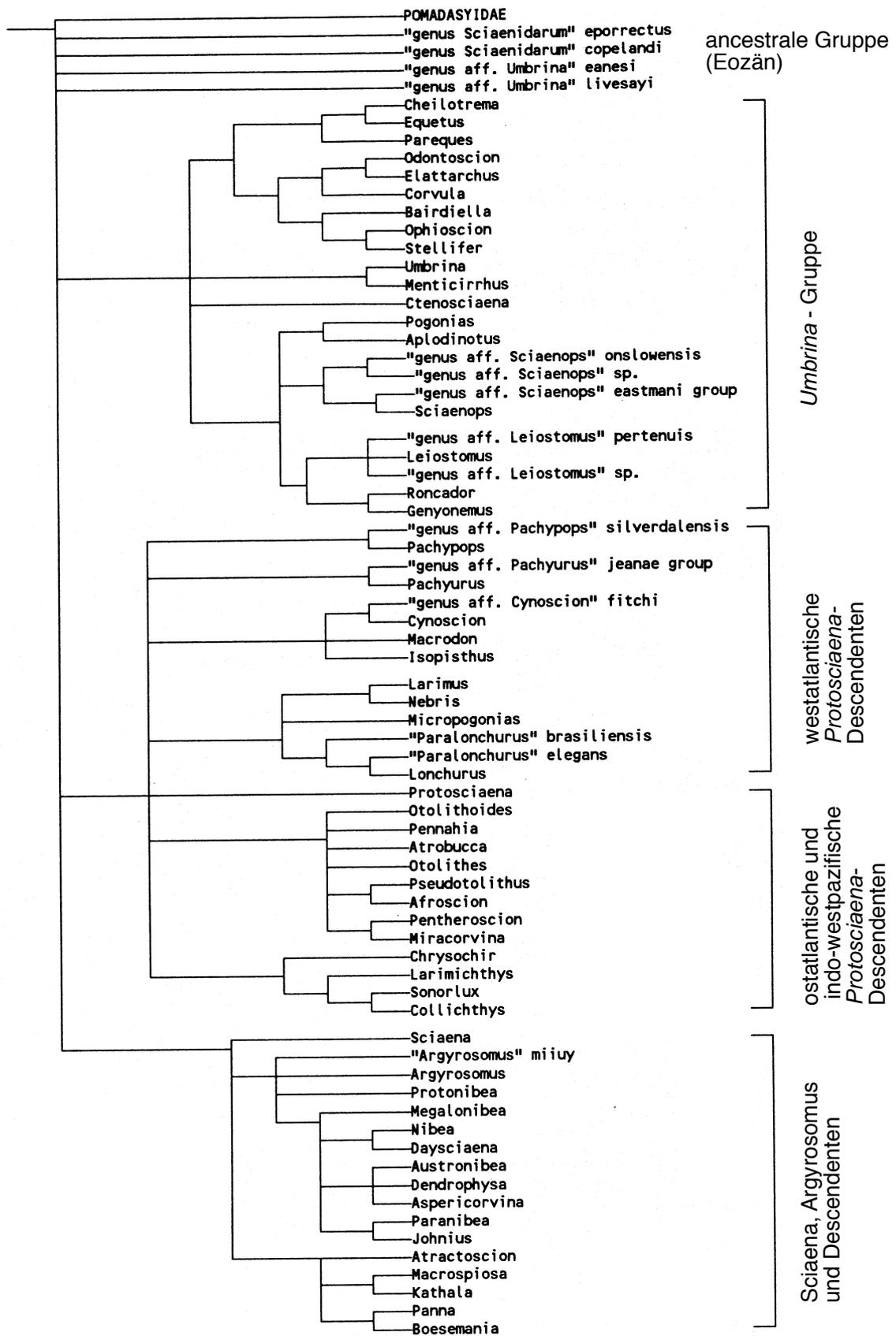


Abb. 60: Alternatives Cladogramm unter Einbeziehung der fossilen amerikanischen Taxa.

Fig. 60: Alternative cladogram, fossil American taxa included.

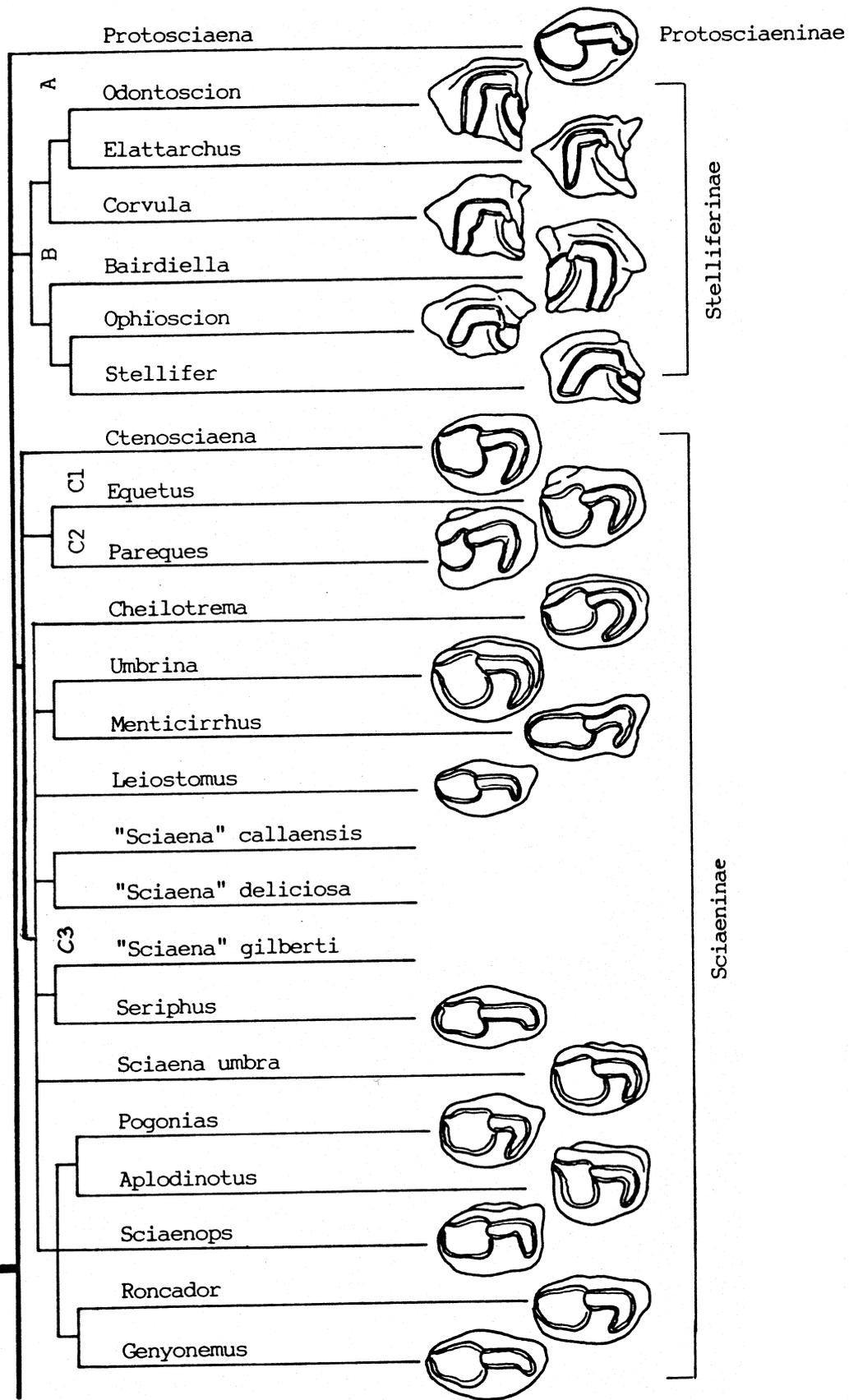


Abb. 61/Fig. 61

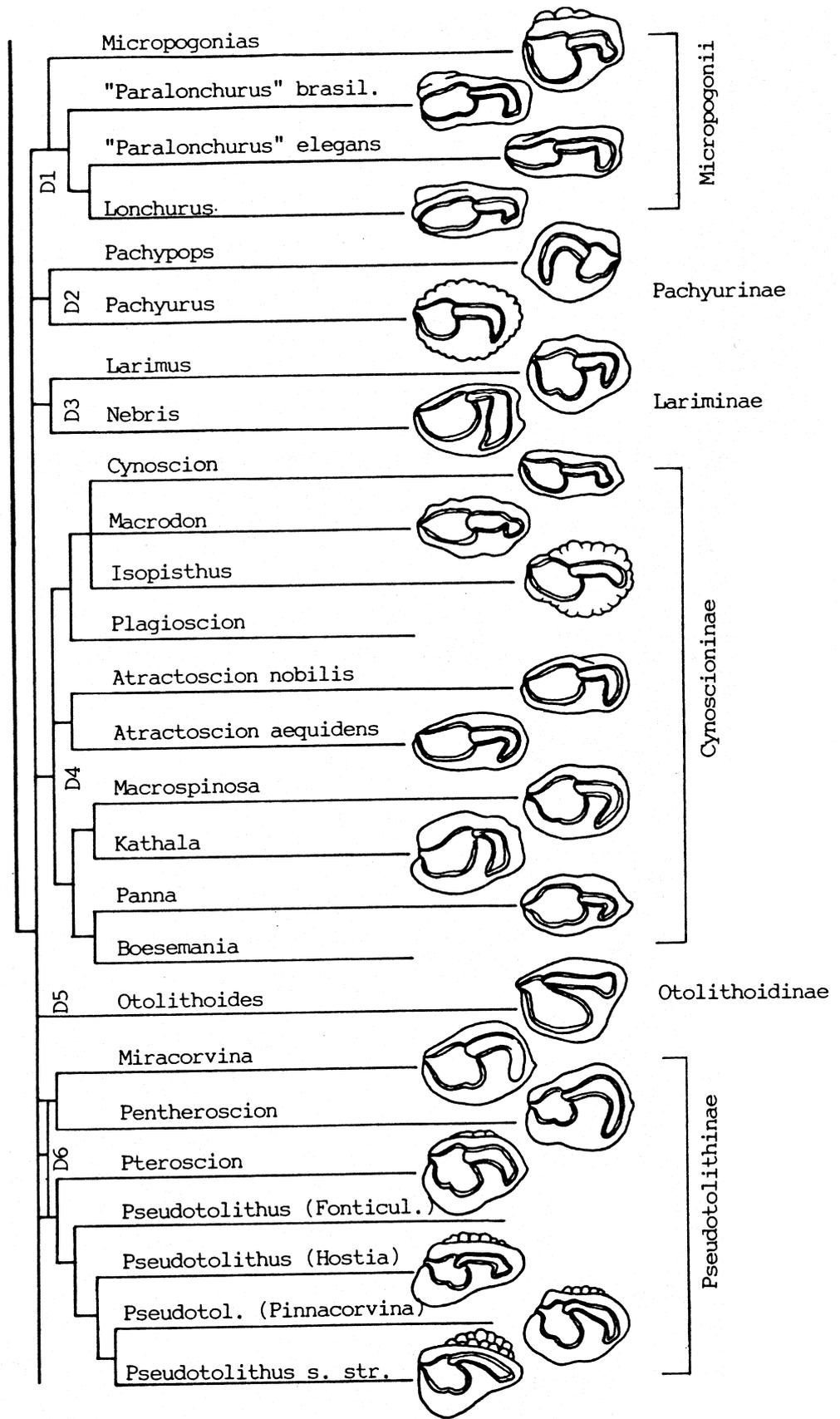


Abb. 61/Fig. 61.

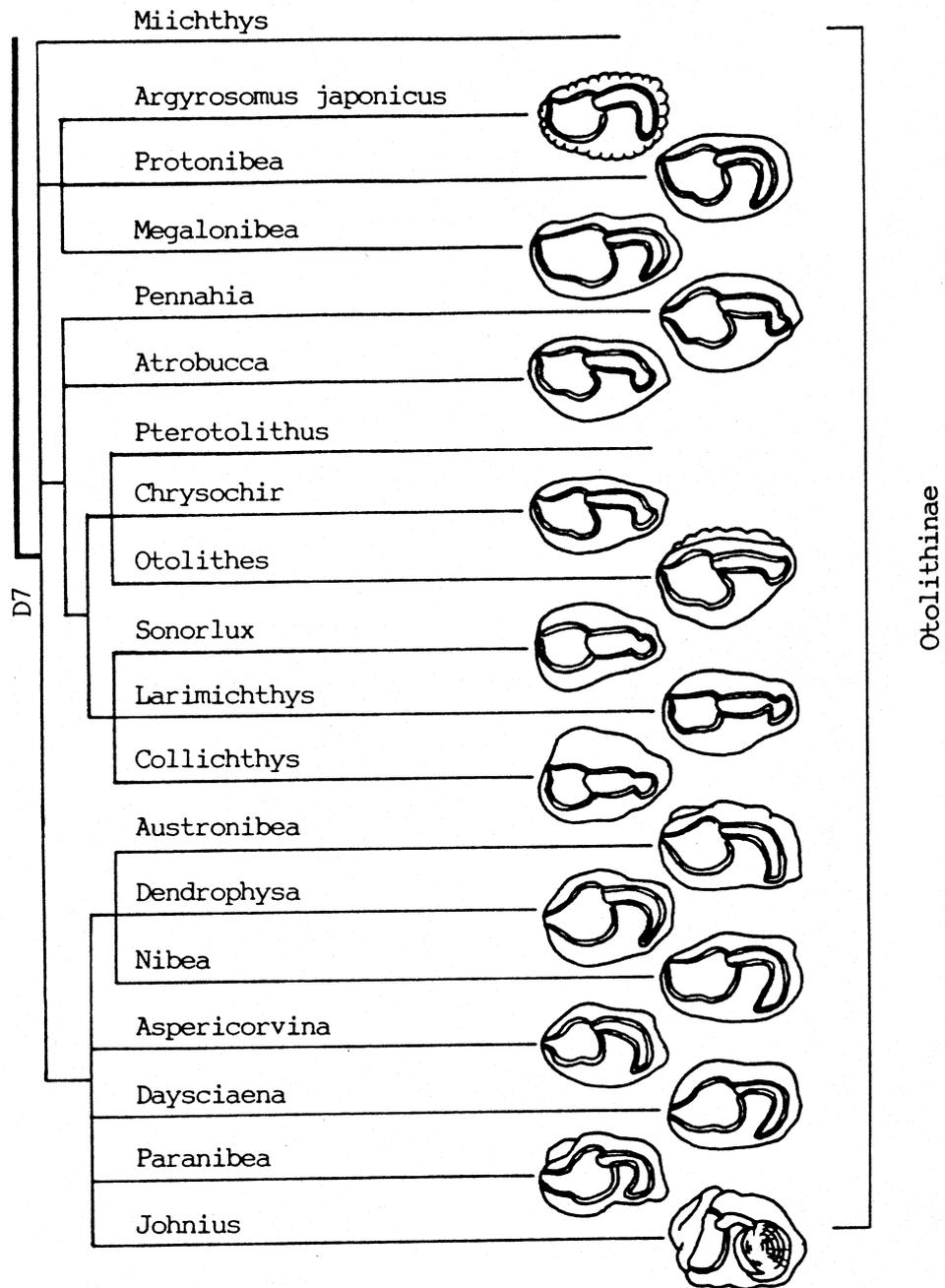


Abb. 61: Otolithen rezenter Sciaenidae, angeordnet nach dem Cladogramm von SASAKI (1989) - vergl. Abb. 59.

Fig. 61: Otoliths of recent Sciaenidae, placed in order of the cladogram of SASAKI (1989) - see Fig. 59.

### Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Familie Sciaenidae

Die Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Familie Sciaenidae selbst stellt SASAKI (1989) zusammenfassend in einem Cladogramm dar, wobei die abgeleiteten Verwandtschaftsverhältnisse auf die Klassifikation innerhalb der Familie übertragen werden. Das Cladogramm bildet eine gute Grundlage zur vergleichenden Diskussion und ist hier in Abb. 59 wiedergegeben. Gegenübergestellt ist ein Modell (Abb. 60), welches davon abweichende, alternative Möglichkeiten rein nach fossilen und rezenten Otolithen darstellt. Um die nachfolgende Diskussion überhaupt verständlich zu machen, sind in Abb. 61 schematische Zeichnungen der Otolithen, sofern verfügbar, in der nach dem Cladogramm von SASAKI vorgegebenen Weise angeordnet.

Im Cladogramm von SASAKI bildet ein amerikanischer Ast mit drei Zweigen (A-C) eine erste monophyletische Einheit, welche zahlreiche rezente Gattungen beinhaltet und aus einer ancestralen Gruppe um *Sciaena/Umbrina* herzuleiten ist, wobei *Umbrina* selbst schon als stärker apomorphe Gattung erscheint. Dies widerspricht etwas dem fossilen Bild, wonach Otolithen vom *Umbrina*-Typus (*Umbrina/Sciaena*) unmittelbar an der Basis der neogen-rezenten Sciaenidae stehen und sich direkt aus der fossilen ancestralen Gruppe im Eozän entwickelt haben. Diese Entwicklungsreihe ist ausschließlich westatlantisch belegt und korreliert (mit Ausnahme von *Sciaena* s. str.) sehr gut mit der biogeographischen Verbreitung des Astes. Zur Gattung *Sciaena* ist zu bemerken, daß die traditionell in dieser Gattung zusammengefaßten Arten ein heterogenes Bild vermitteln und die Gattung vermutlich eine paraphyletische Gruppe darstellt. Mit SASAKI konform wird *Sciaena* nur auf die ostatlantische Typus-Art *S. umbra* beschränkt und diesem Sinne in der Diskussion weiter benutzt. Davon abgetrennt wird die ebenfalls monotypische, westatlantische Gattung *Protosciaena* SASAKI 1989 (Typus: *P. trewavasae*). Die übrigen "*Sciaena*"-Arten müssen neu untersucht und im System eingeordnet werden. Das erschwert die Diskussion im Moment etwas, da nicht von allen Arten die Otolithen zur Interpretation zur Verfügung stehen. Nach SASAKI stellt *Protosciaena* (Zweig A) die primitivste rezente Gattung dar. Nach Otolithen ist die Gattung aber schon etwas stärker abgeleitet und spielt in der Diskussion an anderer Stelle noch eine wichtige Rolle.

Zweig B (Stelliferinae) umfaßt bereits Otolithen mit stark spezialisierter Otolithenmorphologie, die aus einer Veränderung im Labyrinth herzuleiten ist. Bei dieser Gruppe ist der Lapillus abnorm vergrößert und die Sagitta entsprechend umgestaltet. Der vordere Teil der Innenseite mit dem Ostium knickt nach außen ab und wird zur "Vorderseite", begleitet von ± starken dornartigen Expansionen im dorsalen, z.T. auch ventralen Bereich. Nach dem Cladogramm von SASAKI bilden die Stelliferinae eine

Gruppe, die sich schon an der Basis der Radiation der Sciaenidae abgespalten hat. Die Otolithen lassen sich jedoch von *Umbrina* über *Cheilotrema* und *Equetini* ableiten (siehe Alternative in Abb. 60), und legen andere Verwandtschaftsverhältnisse nahe. Schrittweise erfolgt die Umgestaltung der anterodorsalen Partie der Sagittae bis zu den extremen Fortsätzen der Stelliferinae. Gleichzeitig verkleinert sich das Ostium und schließlich biegt der ostiale Bereich der Innenseite mit dem Ostium nach außen ab.

Die Hauptmasse der enger mit *Umbrina* verwandten Arten findet sich in Zweig C (Sciaeninae), der sich anatomisch durch eine einfach gestaltete Schwimmblase auszeichnet und damit an der Basis der rezenten Sciaenidae steht. Die Otolithenmorphologie der betreffenden Gattungen und der Fossilnachweis unterstützen diese Einschätzung. Besonders eng an *Umbrina* angelehnt sind die gedrungenen Otolithen von *Ctenosciaena*, *Pogonias* und *Aplodinotus* sowie einiger verwandter fossiler Gruppen (siehe alternatives Cladogramm). In der weiteren Entwicklung läßt sich eine Tendenz zur Streckung der Otolithen nachzeichnen, noch moderat bei der *Sciaenops*-Gruppe inklusive fossiler Verwandter, stärker dann schon bei *Leiostomus* und *Roncador*, extrem schließlich bei *Genyonemus* und *Seriphus*. Die Streckung der Otolithen ist in mehreren Stämmen der Sciaenidae zu verfolgen und hängt mit Veränderungen in der Lebensweise zusammen. Formen, die sich vorwiegend als Fischjäger ernähren, bilden einen langen, niedrigen Schädel mit elongaten Kiefern und entsprechender Ausrichtung des Labyrinths, während die undifferenzierten Kleintierfresser in der Regel gedrungener und kompakter sind, mit kürzerem und höherem Schädel.

Etwas problematisch nach Otolithen ist die Position von *Menticirrhus*. Während SASAKI die Gattung nach Anatomie als Schwestergattung von *Umbrina* ansieht, ergeben die Otolithen keinen sinnvollen Zusammenhang und fossile Übergangsformen sind momentan nicht bekannt. Hier sind eher Beziehungen zu Lonchurini zu erkennen, die nach SASAKI zu einem anderen Zweig (D) gehören. Einzige Synapomorphie von *Umbrina* und *Menticirrhus* ist übrigens der Besitz einer mit Sinnesporen besetzten Kinnbartel, möglicherweise eine parallele Entwicklung.

Der große Ast D zeichnet sich anatomisch durch eine Synapomorphie aus: der epaxiale Muskel endet neben den suborbitalen Rücken der Frontalia. In Zweig D1 (Micropogoniinae) sind neben *Micropogonias* (Micropogonini) noch die Lonchurini untergebracht, also Gruppen mit extrem unterschiedlicher Otolithenmorphologie, die man rein nach Otolithen kaum zusammenfassen würde. *Micropogonias* zeigt als einzige amerikanische Gattung Merkmale, die sonst nur bei einigen ostatlantisch-indowestpazifischen Gattungen vorkommen (Otolithini und Pseudotolithini): die rundliche Erweiterung des Hinterendes der Cauda (kommt auch

bei *Protosciaena*, Pennahiini, Atrobuccini und Collichthyini vor!) und die spezialisierte Morphologie des Sulcus und der Dorsalregion der Otolithen insgesamt. Hierdurch werden möglicherweise ganz andere Verbindungen angezeigt als die im Cladogramm von SASAKI dargestellten. Im übrigen teilen die Pseudotolithini, Otolithini und *Micropogonias* ein anatomisches Merkmal: ein Paar röhrenförmiger Anhängsel entspringt an der posterioren Portion der Schwimmblase. In den drei Gruppen treffen sich also übereinstimmend Merkmale der Otolithenmorphologie und der Anatomie, was eine engere Beziehung nahelegt (siehe Alternative Abb. 60).

D2 (Pachyurinae) repräsentiert eine kleine Gruppe mit recht "primitiven" Otolithen, vor allem *Pachyurus*. Zwischen *Pachyurus*, *Ctenosciaena* und einigen fossilen Arten lassen sich in der Sulcusmorphologie einige Ähnlichkeiten erkennen, in erster Linie im Umriß des für Sciaenidae relativ kleinen Ostiums. *Pachypops* zeichnet sich vor allem durch den diagonal gestellten Sulcus mit starker Krümmung der Cauda aus, was bei einer untermiotischen Art von Silverdale schon zu beobachten ist ("genus aff. *Pachypops*" *silverdalensis*). Ähnliches trifft auch für die ostatlantischen Miracorvini zu.

Die Larimini in D3 besitzen stärker modifizierte Otolithen, wobei sich *Larimus* durchaus von *Pachypops* und *Nebris* von *Pachyurus* ableiten läßt, also nach Anatomie ohnehin enger verwandten Gattungen.

Zweig D4 (Cynoscioninae) umfaßt wieder eine nach Otolithen recht heterogene Gruppe. Die Cynoscionini (D4) bilden auch auf Otolithenbasis ohne Zweifel eine eng zusammengehörende, ambiamerikanische Gruppe. Direkte Bezüge zu den Atractioscini und Kathalini, die von SASAKI ebenfalls zu den Cynoscioninae gestellt werden, lassen sich nach Otolithen aber nicht erkennen. Vielmehr deutet das rundliche Hinterende der Cauda bei *Macrodon*, weniger deutlich bei *Cynoscion* und *Isopisthus*, gewisse Analogien zu *Protosciaena* an. Die Gruppierung bei SASAKI beruht auf einem anatomischen Merkmal: Das Paar röhrenförmiger Anhängsel der Schwimmblase entspringt an deren Vorderende. Auch Atractioscini und Kathalini differieren deutlich in der Otolithenmorphologie. Atractioscini lassen Beziehungen zu *Argyrosomus* erkennen (in D7), während die Otolithen von *Macrospinosa* auffällig ähnlich zu denen der Nibeini (in D7) sind. Zu nennen sind in erster Linie *Daysciaena*, *Aspericorvina* und *Nibeia*. Die anderen Kathalini repräsentieren einen schon etwas stärker spezialisierten Otolithentyp.

Zweig D5 (Otolithoinae) beinhaltet nur eine Gattung (*Otolithoides*) von stark spezialisierter Otolithenmorphologie. Die rundliche Erweiterung des Hinterendes der Cauda zeigt bemerkenswerte Parallelen zu *Protosciaena* (A), *Micropogonias* (D1), Pennahini, Atrobuccini, Otolithini und Collichthyini (alle in D7). Die posteroventrale Erweiterung des Ostiums ist im Vergleich zu anderen Sciaeni-

dae-Gattungen außerordentlich weit getrieben.

Otolithen von Gattungen aus Zweig D6 (Pseudotolithinae) umfassen zwei grundsätzlich verschiedene Morphotypen. Bei den Miracorvini ist der Sulcus stark diagonal zur Otolithenachse gestellt und die Cauda lang und stark gebogen, während das Ostium recht klein bleibt. Die generelle Morphologie zeigt bemerkenswerte Parallelen zu *Pachyurus* (D3). Die Pseudotolithini besitzen stark spezialisierte Otolithen, die nach genereller Morphologie einige Beziehungen zu *Micropogonias* (D1) und Otolithini (in D7) aufweisen, aber als einzige Gruppe innerhalb der Sciaenidae eine Torsion der Otolithen in der Längsachse besitzen.

Im letzten Zweig D7 sind zahlreiche indo-westpazifische Gattungen mit heterogener Otolithenmorphologie untergebracht. Während Miichthyini und Argyrosomini noch eine recht ursprüngliche Otolithenmorphologie aufweisen, die sich problemlos vom *Umbrina/Sciaena*-Muster herleiten läßt und an die sich auch die Nibeini anschließen, zeigen Pennahiini, Atrobuccini, Otolithini und Collichthyini wiederum untereinander enge Beziehungen. Zunächst fällt die rundliche Erweiterung des Hinterendes der Cauda auf, ähnlich *Protosciaena* (A), *Micropogonias* (D1) und einigen Cynoscionini (*Macrodon*). Weiterhin besteht eine Tendenz zur Streckung der Cauda, am geringsten noch bei *Pennahia*, am stärksten ausgeprägt bei Collichthyini. Nach Otolithen kann man die Otolithinae also durchaus in zwei große Gruppen zerlegen, die unterschiedlichen Ursprungs sein können (siehe alternative Modell in Abb. 60).

### Biogeographische Aspekte

Insgesamt zeigt das Cladogramm nach SASAKI also eine Anordnung der rezenten Genera, die nicht mit einer Gruppierung korreliert, welche sich rein nach Vergleich der Otolithenmorphologie ergeben würde. Zur weiteren Interpretation können biogeographische Aspekte recht hilfreich sein. Die meisten Sciaenidae besitzen eine eingeschränkte Migrationsfähigkeit. Als Bewohner des Litorals bis flachen Sublitorals, häufig auch brachyhaliner Lebensräume oder in Einzelfällen sogar des Süßwassers, sind sie nicht in der Lage, ozeanische Becken zu überwinden (Ausnahme: *Atractoscion* und *Argyrosomus*) und fehlen daher auch im Bereich vieler pazifischer Inseln/Inselgruppen. Eine Ausbreitung erfolgt in der Regel im flachen Schelfmeer entlang der kontinentalen Küsten. Zur Fortpflanzung benötigen viele Gattungen brachyhaline Räume (Ästuare), andere laichen im unmittelbaren Surfbereich, wo auch die frühjuvenilen Individuen verbleiben. Dadurch wird die Möglichkeit des Abdriftens der pelagischen Eier stark begrenzt.

Innerhalb des globalen Vorkommens der Gruppe (in allen Warmwassergebieten der Ozeane) sind zwei Schwerpunkte zu erkennen: der tropisch-subtropische amerikanische Raum und der Indo-Westpazifik. Die Artenzahl im Ostatlantik ist außerordentlich gering. Viele amerikanische Gattungen

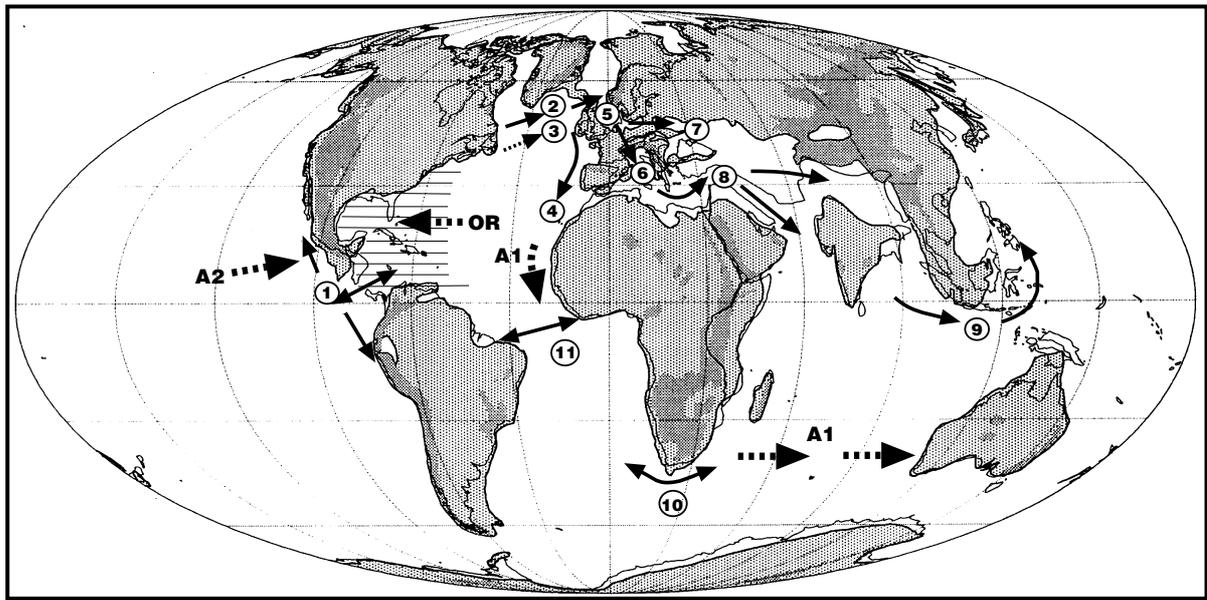


Abb. 62: Ausbreitung der Familie Sciaenidae im Tertiär.

OR: angenommener Ursprung in der Paläokaribik (älteres Paläogen); 1: ambiamerikanische Ausbreitung durch die mittelamerikanischen Meeresstraßen; 2: Nordatlantiküberquerung im tiefen Oligozän (*Umbrina*); 3: Nordatlantiküberquerung im Unter- bis Mittelmiozän ("genus aff. *Cynoscion*" *holsaticus* und "genus aff. *Genyonemus*" *teutonicus* - Nordseebecken); 4: Südwanderung im E Atlantik (ab Untermiozän); 5: Einwanderung in das Nordseebecken (Rupelium); 6: Südwanderung durch Oberrheingraben/Bresse/Rhonegraben in das Mittelmeer und über Molassebecken in die Paratethys (7); 8: Ausbreitung über Tethys nach Osten bis in die indo-westpazifische Region (9); 10 und 11: mögliche Migrationsrouten im Neogen. A: Ausbreitung von *Argyrosomus* und *Atractoscion*: A1: *Atractoscion hololepidotus* und *Atractoscion aequidens* - E Atlantik und Australien; A2: *Atractoscion* als einzige Gattung der Alten Welt erreicht den Ostpazifik. Kartengrundlage aus SMITH et al., 1994.

Fig. 62: Dispersion of the family Sciaenidae in the Tertiary.

OR: proposed origin in the Paleocaribbean (early Paleogene); 1: ambiamerican migrations via Central American seaways; 2: North Atlantic crossing in the early Oligocene (*Umbrina*); 3: North Atlantic crossing in the early and middle Miocene ("genus aff. *Cynoscion*" *holsaticus* and "genus aff. *Genyonemus*" *teutonicus* - North Sea Basin); 4: southward migration in the East Atlantic (since early Miocene); 5: migration into the North Sea Basin (Rupelium); 6: southward migration via Oberrheingraben/Bresse/Rhonegraben into the Mediterranean and via Molasse Basin into the Paratethys (7); 8: via Tethys migrations into the Indo-Westpacific realm (9); 10 and 11: possible migration routes in the Neogene. A: Dispersion of *Argyrosomus* and *Atractoscion*: A1: *Atractoscion hololepidotus* and *Atractoscion aequidens* - E Atlantic and Australia; A2: *Atractoscion* as single Old World genus reaches the E Pacific. Map from SMITH et al., 1994.

sind ambiamerikanisch verbreitet. Danach lag der Schwerpunkt der Radiation in diesem Raum vor der Schließung der mittelamerikanischen Landbrücke im Pliozän (vor etwa 3,5 Ma). Dieser Schluß korreliert mit dem Erstauftreten diverser Sciaenidae-Gattungen in fossilen Faunen aus dem Neogen der USA und der Karibik.

Ein großer Teil der Assoziationen beider Schwerpunktgebiete besteht aus kleineren Arten mit relativ engem ökologischen Potential, d.h. die Radiation erfolgte durch Adaption an eine Vielzahl eng begrenzter Biotope bis hin zum Süßwasser. Große, nicht so eng spezialisierte Arten sind in beiden Provinzen nur untergeordnet vorhanden. Die ostatlantische Gemeinschaft hingegen besteht aus wenigen, meist größeren Arten. Die Ursache dieser Unterschiede liegt vermutlich einerseits in der Uniformität der tropischen-subtropischen Küsten Afrikas (fast reine Sandküsten ohne die Vielzahl engäumiger Nischen beispielsweise der karibisch-amerikanischen oder indopazifischen Region), andererseits aber auch an einer Besetzung von Nischen durch andere Gruppen mit ähnlicher Lebensweise (beispielsweise Sparidae und Centracanthidae). Diese Gruppen sind in der Karibik auffällig

artenarm im Vergleich zum Ostatlantik (Sparidae) oder fehlen ganz (Centracanthidae).

Betrachtet man die größeren Taxa global, so gehören dazu Gattungen mit "primitiver" Otolithenmorphologie (*Umbrina*, "*Sciaena*", *Atractoscion*, *Argyrosomus*). Sie stellen die wenigen ausdauernden Schwimmer der Familie und sind in der Lage, größere Distanzen zu überwinden. Im besonderen Maße trifft das für *Argyrosomus* und *Atractoscion* zu, Gattungen mit sehr großen Arten (über 1m Länge) und ausdauernden Schwimmern. So bewohnen einige Arten disjunkte Areale (*Argyrosomus hololepidotus* und *Atractoscion aequidens* - beide Ostatlantik und Australien). Diese Gruppe (dazu muß man vielleicht noch *Protosciaena* rechnen) dürfte auch im wesentlichen zur globalen Ausbreitung der Familie im Neogen beigetragen haben, während die stärker spezialisierten Gattungen mehr oder weniger lokal begrenzte Endemismen darstellen.

Aus der Ableitung der phyletischen Zusammenhänge und der geographischen Verbreitung der rezenten Gattungen diskutiert SASAKI den Ursprung der Sciaenidae. Möglich sei die Abstammung der verschiedenen Stämme von einem kos-

mopolitisch verbreiteten Ancestor (Vikarianz-Modell von ROSEN, 1975) oder die beginnende Radiation in einem Gebiet und die anschließende Ausbreitung in mehreren "dispersal events". Der zweiten Option wird größere Wahrscheinlichkeit eingeräumt, und als Ursprungsgebiet wird der amerikanische Raum angenommen, was sich zunächst mit den frühesten fossilen Nachweisen der Gruppe im Untereozän der US-amerikanischen Golfküste deckt. Danach sollen sich die Sciaenidae entweder/und nach Westen (Pazifik) oder Osten (Ostatlantik/Indo-Westpazifik) in mehreren Schüben ausgebreitet haben (5 "dispersal events" werden angenommen). Eine ostwärts gerichtete Ausbreitung über den Atlantik ist nach SASAKI mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen. Damit korreliert auch die jetzt bekannte Ausbreitung tertiärer Gruppen von Nordamerika nach Westeuropa und die Tatsache, daß die ostpazifische Fauna eng mit der westatlantischen Fauna verknüpft ist (viele ambiamerikanische Gattungen), aber nichts mit der indo-westpazifischen Gruppe gemein hat - mit einer Ausnahme: *Atractoscion*. Diese Gattung gehört aber zu den wenigen, außerordentlich migrationsfähigen, großwüchsigen Gruppen und eine Zuwanderung aus dem Indopazifik ist anzunehmen, zumal auch keine fossilen Vertreter der Gattung aus Amerika bekannt sind. Das gezeichnete Bild kann jedoch etwas relativiert werden, da NOLF & BAJPAI (1992) ein mitteleozänes Taxon der Familie ("genus Sciaenidarum" sp.) aus Nordindien, also aus der indo-westpazifischen Region, nennen. Der abgebildete Otolith (Taf. 2 Fig. 4) zeigt auf den ersten Blick in der Tat einige Ähnlichkeit zur ancestralen amerikanischen Gruppe (Sulcismorphologie etwa wie "genus Sciaenidarum" *eanesi*, Abb. 57/3). Wenn man aber die Junktion Ostium/Cauda etwas genauer analysiert, zeigen sich mehr Affinitäten zu Pomadasyidae-Otolithen: Die dorsale Erweiterung des Ostiums erfolgt deutlich vor der ventralen Erweiterung, was schon weiter oben als typisch Merkmal von Pomadasyidae-Otolithen angesprochen wurde. Die Zuordnung bei NOLF & BAJPAI muß daher vermutlich revidiert werden. Richtet man sich also nach zweifelsfrei sicheren Daten (durch die morphogenetische Reihe eoziäner Arten in den USA belegt), verlief die frühe Evolution der Sciaenidae bis hin zum *Umbriana/Sciaena*-Level der Otolithen im amerikanischen Raum. Insofern ist nach Otolithen den Schlußfolgerungen von SASAKI zuzustimmen.

Etwas komplizierter werden die Verhältnisse betreffs der Ausbreitung der Sciaenidae, da hier die verschiedenen Ansichten zu den möglichen Verwandtschaftsverhältnissen innerhalb der Familie zu verschiedenen Schlußfolgerungen führen. Bei der vergleichenden Diskussion des Cladogramms von SASAKI wurde bereits daraufhingewiesen, daß die Gruppierung von SASAKI sich nach Otolithen teilweise nicht nachvollziehen läßt. Nach Otolithen kann ein partiell deutliches abweichendes Bild entworfen werden (alternatives Cladogramm in Abb.

60). Zunächst ist nach Otolithen (im Vergleich zum fossil bekannten Material) die *Umbrina/Sciaena*-Gruppe die "primitivste" unter den rezenten Gattungen. An *Umbrina* schließen sich einige amerikanische Gattungen eng an (*Sciaeninae* sensu SASAKI). Auch die Stelliferinae lassen sich aus der Gruppe ableiten durch schrittweise Spezialisierung des Labyrinths und der Morphologie der Sagitta. Damit läßt sich ein großer Teil der amerikanischen Sciaenidae von *Umbrina* oder einer nahestehenden fossilen Gattung herleiten.

*Umbrina* selbst hat sich ab Oligozän weiter ausgebreitet bis nach Europa, wo sich die ostatlantische Gattung *Sciaena* s. str. (rezent also nur auf die Typus-Art *S. umbra* beschränkt) schon im höheren Oligozän von *Umbrina* abspaltete. Otolithen beider Gattungen sind sehr ähnlich und nur schwer auseinanderzuhalten. Nahe am Ursprung eines anderen wichtigen Stranges liegt der Otolithentyp von *Protosciaena* mit der rundlichen Erweiterung des Hinterendes der Cauda. Vom Typus dieser heute nur im Westatlantik (südliche Karibik) vorkommenden, monotypischen Gattung lassen sich Otolithentypen wie der von *Micropogonias* und der gesamten Otolithini (ex Miichthyini und Argrosomini) herleiten. Die Verbreitung der Gruppe (*Protosciaena* und *Micropogonias* amerikanisch, die anderen indo-westpazifisch) macht einige Probleme bei der Klärung der Zusammenhänge. Aus dem Fossilnachweis in Amerika sind (noch) keine "missing links" bekannt, die zwischen *Protosciaena* und *Micropogonias* vermitteln. Dagegen läßt sich bei den indo-westpazifischen Pennahiini bis zu den Collichthyini problemlos eine morphologische Entwicklungsreihe zusammensetzen, wobei die Otolithen von *Pennahia* morphologisch dicht am Muster von *Protosciaena* liegen. Fossil sind jedoch aus dem ostatlantischen Raum keine zu *Protosciaena* verwandten Taxa bekannt. Allerdings kennen wir noch keine tropischen, neogenen Faunen von Afrika, so daß mit einer Nachweislücke gerechnet werden muß. Insgesamt würde dies bedeuten, daß sowohl *Micropogonias* (und vielleicht auch *Cynoscioninae*) amerikanische Zweige aus der Basisgruppe um *Protosciaena* sind, während Pennahiini bis Collichthyini indo-westpazifische Derivate der Gruppe darstellen, und die basale Gruppe um *Protosciaena* heute im Ostatlantik erloschen ist. Die Migration über den Atlantik ist vielleicht erst spät im Neogen erfolgt.

Damit sind zwei wichtige Stränge und deren Ausbreitung kurz charakterisiert. Ein dritter Strang ergibt sich vielleicht aus Pachyurinae (amerikanisch) und Miracorvini (ostatlantisch). Während *Pachyurus* noch eine recht primitive Morphologie demonstriert, zeigt *Pachypops* mit seinem diagonal zur Otolithenachse gestellten Sulcus und der stark gekrümmten Cauda einen spezialisierteren Typus, der sich schon im Untermiozän der USA findet. Auffällig sind die Beziehungen zu Otolithen der tropisch ostatlantischen Gattung *Miracorvina*, die wie "genus aff. *Pachyurus*" *silverdalensis* aus dem

Untermiozän der USA ein etwas weiteres Ostium besitzt als die rezente Süßwassergattung *Pachyurus*. *Pentheroscion* ist schon etwas modifiziert, und die Otolithen der eng verwandten Pseudotolithini lassen sich als starke Spezialisierung aus den Miracorvini ableiten (Streckung der Cauda und Modifizierung der gesamten Otolithenmorphologie). An die amerikanischen Pachyurini lassen sich Larimini und vielleicht auch Cynoscionini als weitere morphologische Differenzierung anschließen. Nach dieser Hypothese ergeben sich drei transatlantische Stränge innerhalb der Sciaenidae, mehr sind nach Otolithen im Moment nicht zu belegen. Im Neogen (Wende Unter-/Mittelmiozän) haben noch weitere Sciaenidae (*Cynoscion* und *Genyonemus*) den Atlantik von West nach Ost überquert, konnten sich aber nicht auf Dauer etablieren und starben im ostatlantischen Raum spätestens postunterpliozän aus, ohne daß sich aus dieser Migration ostatlantische Descendenten ableiten lassen. Diese letzte transatlantische Migration hat keine Spuren in der rezenten Fauna des Raumes hinterlassen.

Die zwei nun noch zu besprechenden, im wesentlichen indo-westpazifischen Zweige der Sciaenidae resultieren aus einer interessanten Entwicklung im höheren Oligozän und Miozän von Europa. Während die konservative Gattung *Umbrina* nach der oligozänen Migration über den Nordatlantik in Europa im wesentlichen persistierte, ohne sich hier wieder weiter aufzufächern, wurde die davon herzuleitende Gattung *Sciaena* zum Ausgangspunkt einer schnellen Radiation, die neben vielen fossilen, systematisch teilweise schwer einzuordnenden Taxa (Otolithenmorphologie  $\pm$  konservativ und sehr ähnlich) schon im Oberoligozän zu Taxa mit der Otolithenmorphologie der Gattung *Argyrosomus* und *Atractoscion* (oder nahe damit verwandt) führte, z.B. "*Atractoscion*" *similis* oder "*Argyrosomus*" *moguntinus*. Diese Gruppe wurde zum dominierenden Element vor allem der miozänen brachyhalinen Lebensräume (Oberrheingraben, Paratethys). Über die noch im Miozän temporär bestehenden Verbindungen zum Indik (RÖGL & STEININGER, 1984) konnte sich die Gruppe auch in den indo-westpazifischen Raum ausbreiten. Von *Argyrosomus* oder nahestehenden fossilen Formen läßt sich problemlos der gesamte indo-westpazifische *Nibea*-Komplex (*Nibeini* + *Argyrosomini* + *Kathalini*) ableiten, während *Atractoscion* heute nach Otolithen nicht unbedingt irgendwelche naheliegenden Beziehungen zeigt.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Hauptmasse der ostatlantisch-indopazifischen Sciaenidae vermutlich aus der transatlantischen, west-ost gerichteten Migration von zwei ancestralen Gruppen abzuleiten ist: Sciaeninae (*Umbrina*) und Protosciaeninae (*Protosciaena* oder verwandtes fossiles Taxon). Die erste Migration über den Nordatlantik erfolgte im Oligozän (*Umbrina*), die zweite vermutlich erst im jüngeren Neogen. Eine dritte (Pachyurinae - Miracorvini) erfolgte vermutlich ebenfalls im Neogen. Die beiden letzteren sind we-

gen der klimatischen Bedingungen im Neogen Europas nicht mehr direkt nachweisbar. Zwei Gruppen mit temperierten Vertretern konnten in einer vierten Migrationswelle im Miozän nochmals Europa erreichen: *Genyonemus* und *Cynoscion*. Sie starben hier jedoch bald wieder aus, ohne über Descendenten zur ostatlantisch-indopazifischen Fauna beizutragen.

Vor allem in den brachyhalinen Räumen Europas spaltete sich im Oligozän aus *Umbrina* die Gattung *Sciaena* und wurde zum Ausgangspunkt einer schnellen Radiation. Wichtig sind vor allem die daraus hervorgegangene Gruppe um *Argyrosomus* (zahlreiche fossile Taxa) und *Atractoscion*. Beide konnten über die verbliebenen, temporären Verbindungen zwischen westlicher Tethys (Mittelmeer und Paratethys) und Indik den indo-westpazifischen Raum besiedeln und wurden hier Ausgangspunkt der schnellen Entfaltung des *Nibea*-Komplexes.

### 5.6. Entwicklung der nordatlantischen Schelf-Faunen vom Paleozän bis rezent

Im folgenden Überblick über die Entwicklung der nordatlantischen tertiären Fischfaunen werden aus der Fülle der Taxa in der Regel nur die wichtigsten Gruppen angesprochen, da lange Aufzählungen den Text zu sehr belasten würden. Für Detailinformationen sind stehen die umfangreichen Tabellen 5 und 6 im Anhang zur Verfügung. In Tabelle 5 sind sämtliche Gattungen oder Artgruppen (bei manchen rein fossilen Gruppen) zusammengestellt, die aus der Literatur kompiliert werden konnten. In Tabelle 6 findet sich eine Zusammenstellung bis auf Art-Ebene für einige besonders signifikante Gruppen (Congridae, Ophidiiformes, Gadidae, Sciaenidae, Sparidae und Pomadasyidae). In beiden Tabellen sind die fossilen Nachweise für das gesamte Tertiär erfaßt sowie die rezente Verbreitung.

### Kurzer Rückblick auf Faunen der Oberkreide

Die Analyse der Entwicklungsgeschichte tertiärer Fischfaunen im Nordatlantik erfordert einen kurzen Rückblick auf die Verhältnisse in der höheren Oberkreide. Während kretazische Selachiergemeinschaften von beiden Seiten des Atlantiks inzwischen recht gut untersucht sind (zumindest makromorphes Zahnmaterial), sieht die Situation bei Otolithen immer noch sehr unbefriedigend aus, und nur wenige, auf Otolithenfunden basierende Taxa, sind bisher bekannt. Ursache hierfür sind vor allem die für aragonitisches Material ungünstigen Erhaltungsbedingungen in den meisten Kreidesedimenten. So ist man im Moment noch weitgehend auf die nur unter faziellen Sonderbedingungen überlieferten Skelettfunde angewiesen. Erste Untersuchungen zu Otolithen aus der amerikanischen Oberkreide (Severn Formation - Maastrichtium von Maryland, HUDDLESTON & SAVOIE, 1983;

Coffe Sands - Campan, NOLF & DOCKERY, 1990) sind publiziert, Arbeiten an Faunen aus der süd-deutschen Oberkreide im Gange (SCHWARZHANS).

Die Selachier der Oberkreide dokumentieren einen allmählichen Übergang von den mesozoischen zu den känozoischen Faunen, keinesfalls jedoch einen harten und katastrophalen Faunenwechsel an der Wende Kreide/Tertiär. Typisch mesozoische Gruppen (Hybodontidae, Acrodontidae, Polyacrodontidae) nahmen in der Oberkreide rapide an Artenzahl ab und reichen nur noch mit sehr wenigen und seltenen Arten in die höhere Oberkreide (Campanium bis Maastrichtium). Bereits in der mittleren Kreide begann der schnelle Aufstieg vor allem der Neoselachier, aber auch der Ptychodontidae als letzte große Gruppe der mesozoischen Hybodontidea. Auch einige schon sporadisch ab höherem Jura vorkommende Neoselachier (Squatinidae, Orectolobiformes, Palaeospinacidae, Rhinobatidae) wurden nun häufiger. Die Ablösung der mesozoischen Selachier durch die Neoselachier in der Oberkreide fiel zusammen mit den großen Transgressionen in diesem Zeitabschnitt, welche zur Bildung riesiger epikontinentaler Flachwasserräume führte, eine günstige Bedingung für die Evolution neritischer Organismen. Unter den Neoselachiern expandierten in der mittleren Kreide zunächst die Lamniformes (Odontaspidae, Mitsukurinidae, Anacoracidae und Cretoxyrhinidae), Scyllorhinidae und diverse Rochen (Batomorphii: vor allem Sclerorhynchoidei, Myliobatoidea). In der höheren Oberkreide gesellten sich Triakidae hinzu. Parallel zu den Umwälzungen in den flachen Schelfmeeren formierten sich in den Tiefwasserräumen die Squaliformes als beherrschendes Element (MÜLLER, 1989), und die Tiefwasserfaunen der höheren Oberkreide kommen damit den tertiär-rezenten schon recht nahe. Viele typische Oberkreide-Gruppen blühten nur eine relativ kurze Zeit, und schon in der höheren Oberkreide (Santonium bis Campanium) begann ihr Niedergang oder Aussterben. So starben die Ptychodontidae bereits im Campanium wieder aus, und sowohl Cretoxyrhinidae als auch Anacoracidae zeigen einen merklichen Rückgang der Artenzahl. Beide Gruppen reichten jeweils nur noch mit einer Gattung (*Squalicorax* und *Cretolamna*) an die Kreide/Paläogen-Grenze. Lediglich die vermutlich hochtropischen (tethyalen) Sclerorhynchidae zeigen eine große Artenzahl bis in die höchste Oberkreide.

Bei den Teleostern sieht die Situation ähnlich aus wie bei den Selachiern. Im Laufe der Oberkreide wurden die mesozoischen Holosteer allmählich durch die moderneren Teleosteer ersetzt. Während basale Teleosteer (Albulidae, Pterothrissidae, Myctophidae etc.) schon seit längerem aus der Oberkreide durch Skelettfunde bekannt sind, ebenso Beryciformes als basale Percomorpha, war von den Perciformes bisher kaum etwas an Skelettfunden bekannt. Die Otolithen aus den campanen Coffee Sands von Mississippi signalisieren nun erstmalig das Auftreten diverser Percoiden in der

Oberkreide, darunter solche, die sich bereits tertiär-rezenten Gruppen (Apogonidae, Bathyclupeidae) zuordnen lassen. Auch Congridae und Synodontidae wurden erstmalig für die Oberkreide nachgewiesen. HUDDLESTON & SAVOIE (1983) konnten weiterhin Ariidae sowie ebenfalls Apogonidae im Maastrichtium feststellen. Aus der europäischen Oberkreide sind weiterhin Gadiformes und Ophidiidae bekannt. Zusammenfassend erweitern diese noch sehr spärlichen Otolithenfunde die bekannte stratigraphische Reichweite diverser Teleostei-Gruppen bis in die Oberkreide und weitere, intensivere Untersuchungen von Kreidefaunen werden diese Beobachtungen sicher noch in erheblichem Umfang übertreffen. Schon jetzt kann aber notiert werden, daß die Transformation der mesozoischen in die känozoischen Faunen schon früh in der Oberkreide einsetzte. Damit relativiert sich auch der bisher so betonte und angeblich so scharfe Faunenbruch an der Grenze Kreide/Paläogen.

Damit fällt die Wende Kreide/Paläogen nur mitten in einen Faunenwechsel bei den Selachiern, der sich insgesamt von der Oberkreide bis weit in das Paleozän hinzog, also keinesfalls abrupt und katastrophal im kleinen Zeitabschnitt um die eigentliche Kreide/Paläogen-Grenze stattfand. Direkt an der Grenze betraf das Aussterben bei den Selachiern nur bestimmte Gruppen. Nach ökologischen Präferenzen starben in der höchsten Oberkreide vor allem die epipelagischen und neritischen Warmwassergruppen (Beispiel: die hochdiversen Sclerorhynchoidei - Sägerochen) aus, die besonders artenreich in der tethyalen Provinz (z.B. Nordafrika, Vorderer Orient und USA/Mittelamerika) vertreten waren, während die "borealen" oder Tiefwasser-Gruppen (Squaliformes, *Palaeogaleus* u.a.) von diesem Faunenbruch nicht merklich erfaßt wurden. Andere aussterbende Gruppen waren ohnehin auf dem Rückzug und das Aussterben betraf nur noch letzte Vertreter vorher viel artenreicherer Gruppen. Weitere, schon weit in der Oberkreide im Niedergang befindliche Gruppen wechselten nur noch mit einer Gattung in das Tertiär (Cretoxyrhinidae: *Cretolamna*, Palaeospinacidae: *Synechodus*).

Einen ähnlich moderaten Faunenwechsel im Zeitraum höchste Oberkreide bis tiefstes Paläogen durchliefen die Teleosteer, wobei hier die Verhältnisse wegen der Otolithenproblematik in der Kreide noch nicht so gut zu übersehen sind. Die wenigen bisher publizierten Otolithen aus der Oberkreide belegen exemplarisch, daß viele Gruppen älter sind als bisher angenommen und scharfe Faunenbrüche auch nur aus dem noch mangelhaften Fossilnachweis resultieren können. Mehrere im Paleozän wichtige Gruppen spielten schon in der Oberkreide eine bedeutsame Rolle und passierten die "kritische" Kreide/Paläogen-Grenze ohne merkliche Einbrüche: Phyllodontidae, Albulidae, Pterothrissidae, Beryciformes etc. Andere Gruppen wurzeln zumindest in der Kreide (Ariidae, Gadiformes, Ophidiiformes etc.). Im Detail wird viel Arbeit erforderlich

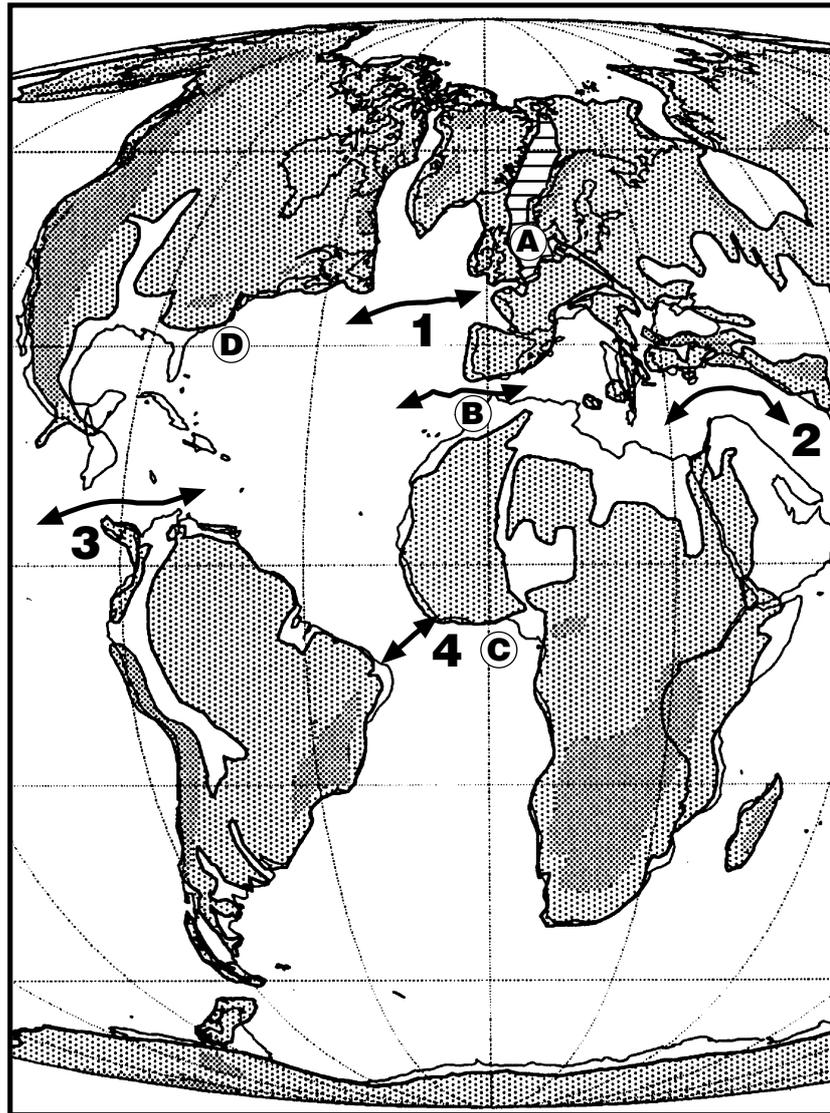


Abb. 63: Paläobiogeographie im Paläozän.

1-4: mögliche Migrationsrouten für neritische, warm-präferente Fische im Atlantik: 1: Nordroute über die engste Verbindung zwischen NE Amerika und NW Europa, 2: tethyale Meeresstraße, 3: zentralamerikanische Meeresstraße, 4: engster Bereich zwischen Südamerika und Afrika.

A: Nordseebecken mit partiell endemischen, kühl-präferenten Faunen (*Megasqualus-Palaeogaleus-Raniceps*); B-C: tropische ostatlantisch-tethyale Faunen mit *Cretolamna*, *Orectolobiformes*, *Batomorphii* etc.; D: nordwestatlantische (paläokaribische) Faunen mit Kosmopoliten, *Orectolobiformes* selten oder fehlen. Noch sehr unzureichender Forschungsstand ist zu berücksichtigen. Kartengrundlage aus SMITH et al, 1994.

Fig. 63: Paleobiogeography in the Paleocene.

1-4: possible migration routes for neritic, warm-preferent fishes in the Atlantic: 1: northern route via most close connection between NE America and NW Europe, 2: Tethyal sea way, 3: Central American sea way, 4: most close connection between South America and Africa.

A: North Sea basin with partly endemic, cool-preferent faunas (*Megasqualus-Palaeogaleus-Raniceps*); B-C: tropical East Atlantic-Tethys faunas with *Cretolamna*, *Orectolobiformes*, *Batomorphii* etc.; D: NW Atlantic (Paleocaribbean) faunas with cosmopolitic taxa, *Orectolobiformes* rare ore absent. Note the insufficient fossil record. Map from SMITH et al, 1994.

sein, den Wechsel von den mesozoischen zu den känozoischen Faunen besser zu dokumentieren, da neben Otolithen aus der Oberkreide auch solche aus dem Paleozän heute noch unzureichend bekannt sind (nur einige kleine Faunen aus Europa, aus dem recht isolierten Nordsee- und dem anglo-gallischen Becken).

### Paleozäne Faunen

Die neritischen und pelagischen Selachierfaunen des älteren Paleozäns (Danium) zeigen einen Tiefpunkt im Artenreichtum, vor allem bei Warmwassergruppen, und erst in der Zeitspanne vom höherem Paleozän bis zum mittleren Eozän setzte eine

erneute verstärkte Radiation "moderner" Selachiergruppen ein (Lamniformes: Odontaspidae, Jaekelodontidae, Otodontidae, Lamnidae, Carcharhiniformes und diverse Batomorphii), und die neritischen und pelagischen Faunen wurden völlig renoviert. Insofern dokumentieren die Selachier aus dem älteren Paleozän ein Interregnum, und die erneute Radiation der känozoischen Selachier gewann erst ab höherem Paleozän an Tempo, gut überschaubar an den inzwischen ausreichend untersuchten paleozänen Faunen von Nord- und Westafrika. Zentrum der Evolution war der große Warmwasserraum der Tethys. Hier verlief der Faunenwechsel global etwa synchron. Infolge der weltweiten Warmwasserzirkulation in den Tropen (Tethys noch weitgehend offen) wurde die globale Ausbreitung vieler Selachier enorm unterstützt und die Provinzialisierung der eozänen Faunen ist gering und betrifft im wesentlichen nur kleinwüchsige Gruppen mit enger ökologischer Valenz, wobei gerade bei dieser Gruppe sicher noch große Nachweislücken zu berücksichtigen sind. Den transatlantischen Faunenaustausch begünstigte weiterhin der noch nicht so weit geöffnete Atlantik und das insgesamt hohe Temperaturniveau im Paläogen, welches auch für neritische Warmwassergruppen eine Migration entlang der nördlichen Küsten- und Flachwasserräume (NE Nordamerika, Grönland, Island-Farör-Schwelle, NW-Europa) ermöglichte. So finden sich im Paleozän von Grönland (BENDIX-ALMGREN, 1969) Selachier, die auch in Nordafrika oder Europa vorkommen. Für die Migration der meisten Gruppen (mit Ausnahme einiger hochtropischer Orectolobiformes, *Cretolamna*, Carcharhiniformes und Batomorphii) gab es also selbst im nördlichen Nordatlantik keine unüberwindlichen thermischen Barrieren. Eine Ausnahmesituation unter den bis jetzt paläoichthyologisch untersuchten Gebieten bildete jedoch das im Paleozän noch recht isolierte Nordseebecken. Der Niedergang der Oberkreidegruppen wurde zunächst nur im beschränkten Umfang durch Neueinwanderung ausgeglichen. Neben der paläogeographischen Isolation (geringer ozeanischer Einfluß) mag dafür auch ein merklich niedrigeres Temperaturniveau im Nordseebecken verantwortlich sein. Hinweise hierfür bietet das zeitweise häufige Auftreten von kühlpräferenten Gadidae und Squalidae im Paleozän des Nordseebeckens. Erst im höchsten Paleozän begann hier die Einwanderung tethyalen Warmwassergruppen, welche dann in der eozänen Fauna eine dominierende Rolle spielten.

Unter den großen, pelagischen Prädatoren dominierten im älteren Paläogen eindeutig die Lamniformes, hier vor allem Odontaspidoidea (Odontaspidae: *Striatolamia*, *Carcharias*, *Odontaspis*; Jaekelodontidae: *Palaeohypotodus*, *Hypotodus*, Otodontidae: *Otodus*). In der tropischen Tethys begann im höchsten Paleozän oder tiefem Eozän der Aufstieg diverser Carcharhiniformes (Carcharhinidae, Hemigaleidae), welche die Lamniformes dann im "Mitteltertiär" als dominierende Gruppe ver-

drängt haben. Ebenfalls in das Paläogen fällt die starke Entfaltung diverser Batomorphii-Gruppen (Dasyatoidea, Myliobatoidea etc.).

Teleosteerfaunen aus dem Paleozän beider Seiten des Nordatlantiks sind noch sehr unzureichend bearbeitet und nur von Europa liegen einige Daten vor. In diesen paleozänen Faunen von Europa beherrschten Pterothrissidae, Ariidae, Gadidae, Ophidiiformes, Berycidae und Perciformes (Serranidae und Pomadasyidae) das Bild, also Gruppen, die dann im Eozän teilweise dominierende Position in den Schelfgemeinschaften einnahmen (insbesondere Ophidiiformes und Pomadasyidae).

### Eozäne Faunen

Eozäne Faunen aus Europa (sowohl Selachier als auch Teleosteer) sind inzwischen gut bearbeitet, und auch für den nordwestatlantischen Raum (USA) stehen genügend Daten zur Verfügung. Damit kann die Entwicklung der nordatlantischen neritischen Faunen ab Eozän gut verfolgt werden. In den Weichboden-Assoziationen dominierten als benthische Gruppen Anguilloidei (Congridae etc.) und Ophidiiformes (Neobythitidae und Bythitidae), letztere mit heute erloschenen oder nur noch reliktilisch im tropischen Indo-Westpazifik vorkommenden Gruppen (diverse Sirembini, Neobythitinae, Bythitinae, Brosmophycinae). Sie bildeten einen sehr charakteristischen Bestandteil der eozänen Faunen von Nordamerika bis Australien/Neuseeland, und einzelne Taxa (wohl fossile Gattungen) erreichten über die Warmwasserräume der Tethys eine kosmopolitische Verbreitung (vor allem diverse Sirembini). Verschiedene Lophiiformes (Lophiidae, Antennariidae, Chaunacidae und Ogocephalidae), Platyccephalidae und erste Pleuronectiformes (Psettodidae und Bothidae) runden das Bild der eozänen benthischen Assoziationen ab.

In der Regel erreichten die genannten Gruppen eine weite Verbreitung, doch sind einige Gruppen der Ophidiidae nach heutiger Kenntnis nur auf Nordamerika beschränkt (siehe Tabelle 6 im Anhang) und treten hier vor allem im Eozän der Golfküste in Erscheinung. Als Ursache für diese Restriktion ist in erster Linie eine Adaption an die sehr speziellen Verhältnisse in diesem Raum anzunehmen (Einflußbereich des großen Mississippi-Ästuar-/Delta-Systems mit seinem hohen klastischen, terrigenen Sedimenteintrag bei tropischem Klima). Faunen ähnlicher fazieller Position sind bisher aus dem Eozän Europas und anderer Gebiete nicht bekannt.

Die nektische Komponente der eozänen Schelffaunen bestimmten neben Clupeiformes diverse Perciformes, deren Evolution in den großen Warmwasserräumen dieser Zeit einen explosionsartigen Charakter annahm. Zahlreiche andere Gruppen beteiligten sich je nach faziellen Bedingungen mehr oder weniger stark an der Zusammensetzung der Faunen. Zu nennen sind vor allem Albulidae, Pterothrissidae, Bregmacerotidae, Gadidae (Merlucciinae), Beryciformes, Trachinoidei etc.,

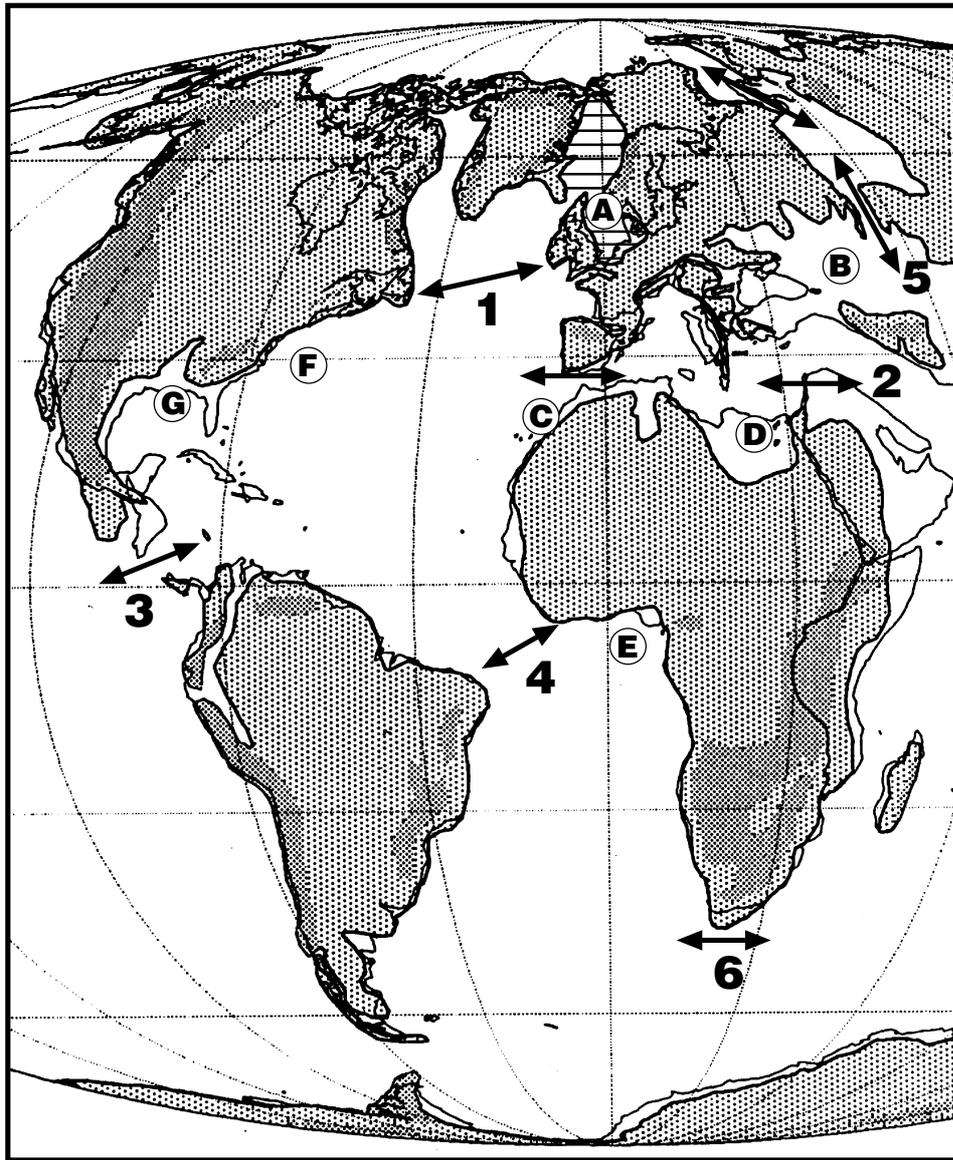


Abb. 64: Paläobiogeographie im Eozän.

1-4: mögliche Migrationsrouten für neritische, warm-präferente Fische im Atlantik: 1: Nordroute über die engste Verbindung zwischen NE Amerika und NW Europa, 2: tethyale Meeresstraße, 3: zentralamerikanische Meeresstraße, 4: engster Bereich zwischen Südamerika und Afrika, 5: Turgai-Straße (Westibirien).

A: Nordseebecken mit partiell endemischen, kühl-präferenten Faunen (Gadiidae); B: tethyale Selachier im südrussisch-zentralasiatischen Epikontinentalmeer; C, D, E: tropische, tethyale Selachier in Nord- und Westafrika (*Hemipristis*, *Carcharhinus* etc.), von da aus Vorstöße nach NW-Europa (*Abdounia*, *Orectolobiformes*); F: Faunen der mittleren bis nördlichen Atlantic Coastal Plains mit engen Beziehungen zu NW Europa; G: tropische Faunen der Paläokaribik mit *Hemipristis*, *Carcharhinus* u.a.; TT: tropischer Atlantik. Kartengrundlage aus SMITH et al, 1994.

Fig. 64: Paleobiogeography in the Eocene.

1-4: possible migration routes for neritic, warm-preferent fishes in the Atlantic: 1: northern route via most close connection between NE America and NW Europe, 2: Tethyan sea way, 3: Central American sea way, 4: most close connection between South America and Africa; 5: Turgai Street (W Siberia).

A: North Sea basin with partly endemic, cool-preferent faunas (Gadiidae); B: Tethyan selachians in S Russian - Central Asian epicontinental seas.; C, D, E: tropical Tethys selachians in N and W Africa (*Hemipristis*, *Carcharhinus* etc.), from there migrations to NW Europe (*Abdounia*, *Orectolobiformes*); F: faunas of the middle and northern Atlantic Coastal Plains with close relations to NW European faunas; G: tropical faunas of the Paleocaribbean with *Hemipristis*, *Carcharhinus* etc.; TT: tropical Atlantic. Map from SMITH et al, 1994.

unter den basalen Percoidei insbesondere bestimmte Pomadasyidae (eine heute weitgehend erloschene ancestrale Gruppe dieser Familie mit sehr elongaten Otolithen), Lactariidae, Serranidae, Sparidae u.a. Auch diese Gruppen waren, ähnlich

wie viele Selachier, transatlantisch verbreitet, viele wohl auch kosmopolitisch. Die Provinzialisierung blieb gering, und das Fehlen mancher Gruppen im westatlantischen Raum scheint eher auf dem unterschiedlichen Kenntnisstand der verschiedenen

Regionen zu basieren als auf primärer Abwesenheit. Lediglich die eozänen Sciaenidae kristallisierten sich als wichtiges endemisch westatlantisches Element im nektischen Anteil der Schelffaunen heraus. Ihre globale Ausbreitung erfolgte erst später (ab Oligozän).

Neben den Weichboden-Assoziationen etablierten sich im Eozän auch die känozoischen Assoziationen tropischer Riffe mit ihrem hohen Anteil an Perciformes (z.B. Acanthuridae, Pomacanthidae, Chaetodontidae, Scaridae etc.). Einen guten Einblick hierzu gewährt die bekannte, durch Skelettfunde ausgezeichnete eozäne Fauna von Monte Bolca in Oberitalien. Otolithen von Riffbewohnern werden aus faziellen Gründen (in Karbonaten kaum zu finden und zu isolieren) fossil nur sporadisch gefunden. Daher läßt sich auch die Historie der Riff-Faunen nur viel lückenhafter verfolgen als die von Weichboden-Faunen. Insgesamt setzten im Eozän nahezu alle wichtigen großen Perciformes-Familien ein, und damit erfolgte die bis heute letzte grundlegende Renovierung der marinen Teleosteer-Faunen.

Zusammenfassend kann man die eozänen Schelffaunen des Nordatlantiks und dessen Nebenmeere bis in mittlere Breiten der tethyalen Warmwasserprovinz zuordnen und insgesamt bestand ein nur gering ausgeprägtes Temperaturgefälle vom Äquator zum Pol. Das führte zu recht uniformen Faunen mit global recht geringer Provinzialisierung. Die hochtropischen Selachierfaunen im Zentrum der tethyalen Provinz zeichnen sich durch die schnelle Einfaltung der Carcharhiniformes (Carcharhinidae: *Carcharhinus*, *Abdounia*, *Galeocerdo* etc., Hemigaleidae: *Hemipristis*) und diverser Batomorphii (Pristidae, Myliobatoidea etc.) aus. Außerdem haben hier einige "ältere" Gruppen persistieren können, die weit in die Kreide zurückreichen (Cretoxyrhinidae: *Cretolamna*, diverse Orectolobiformes u.a.). *Cretolamna* ist als Stammgruppe der modernen Lamnidae anzusehen. Unter den Actinopterygiern haben in dieser paläotropischen Provinz ebenfalls noch einige Kreide-Gruppen bis zum Eozän durchhalten können (Phylloodontidae), teilweise auch bis heute. So sind beispielsweise die heute noch in den Tropen der Alten und Neuen Welt vorkommenden Osteoglossomorpha, Ariidae u.a. durchaus als Relikte der alten kretazischen, tethyalen Warmwasserprovinz aufzufassen, ebenso Elopidae, Albulidae, Pterothrissidae u.a.. Besonders viele Relikte der alten Tethysfauna haben sich im tropischen Indo-Westpazifik erhalten können (siehe Tabelle 5 im Anhang).

Nördlich an die hochtropische tethyale Provinz, zu der im Eozän in Europa der Mittelmeerraum gehörte, in Nordamerika die Paläokaribik, erstreckte sich ein Gebiet mit subtropischen bis warm-temperierten Schelfmeeren. Faunistisch lassen sich beide Gebiete durch die Verbreitung hochtropischer Selachier gut abgrenzen (durch Otolithen belegte Teleosteer-Faunen sind aus dem Eozän des Mittelmeerraumes noch zu wenig bekannt). Insbesondere *Cre-*

*tolamna*, *Carcharhinus* und *Hemipristis* geben geeignete ökologische Leitformen ab. Diese Gattungen besitzen ausreichend große Zähne und der Fossilnachweis ist nicht so sehr von speziellen Arbeitsmethoden abhängig wie bei den durch mehr oder weniger mikromorphe Zähne repräsentierten Gruppen (z.B. Orectolobiformes oder diverse Batomorphii). *Cretolamna*, *Carcharhinus* und *Hemipristis* waren im Eozän im Mittelmeerraum und der Paläokaribik (einschließlich Golfküstenebene der USA) verbreitet, fehlten aber nördlich davon oder traten nur gelegentlich auf, z.B. in W- und N-Europa oder in den nördlichen Atlantic Coastal Plains der USA. Die Verbreitung der Gattungen korreliert in Europa etwa mit der geographischen Verbreitung der großen Nummuliten und anderer hochtropischer Organismen. In der an die hochtropische Provinz anschließenden subtropischen bis warm-temperierten Provinz des Nordatlantiks beherrschten unter den großwüchsigen, pelagischen Selachiern die Odontaspidoidea und Otodontidae das Bild. Sie waren klimatisch wohl nicht so eingengt und kamen als Kosmopoliten weltweit vom tropischen bis zum warm-temperierten Bereich vor (vermutlich auch saisonale Wanderungen). Von den frühen Carcharhinidae erreichten *Abdounia* und *Galeocerdo* eine ähnliche Verbreitung und kündigen die beginnende Arealausdehnung der Carcharhinidae an, die heute bis zur temperierten Region ausstrahlen. In Europa reichten beide Gattungen vom Süden her bis in das anglo-gallische Becken und kamen auch noch im südlichen Nordseebecken vor, doch hier schon selten. Das bis jetzt bekannte Verbreitungsmuster beider Gattungen deckt sich etwa mit der äußersten Ausbreitung der Nummuliten. In den USA konnten beide Gattungen bis in die nördlichen Atlantic Coastal Plains verfolgt werden. Innerhalb dieser Klimazone liegen auch die meisten der bis jetzt paläontologisch bearbeiteten Otolithen-Lokalitäten in Europa und an den Atlantic Coastal Plains der USA mit ihren Warmwasserfaunen. In den USA lassen sich zwischen den hochtropischen Faunen der Golfküstenebene und den etwa subtropischen Faunen der zentralen Atlantic Coastal Plains insgesamt nur geringe Differenzen in der Faunenstruktur feststellen. Neben den oben erwähnten Selachiern scheinen auch einige Teleosteer auf die Golfregion beschränkt zu sein (Sirembini: "genus Sirembinorum" *decipiens*, *nicoli* u.a. - siehe Tabelle 6 im Anhang). Andere sind bisher nur von Virginia bekannt, z.B. die in der Piney Point Fm. massenhaft auftretende Art "genus Neobythitinarum" *rotundus*. Inwieweit hier paläoklimatische und fazielle Einflüsse miteinander interferieren, ist noch nicht sicher zu sagen, da aus diesem großen Raum bis heute noch keine annähernd flächendeckenden Untersuchungen vorliegen.

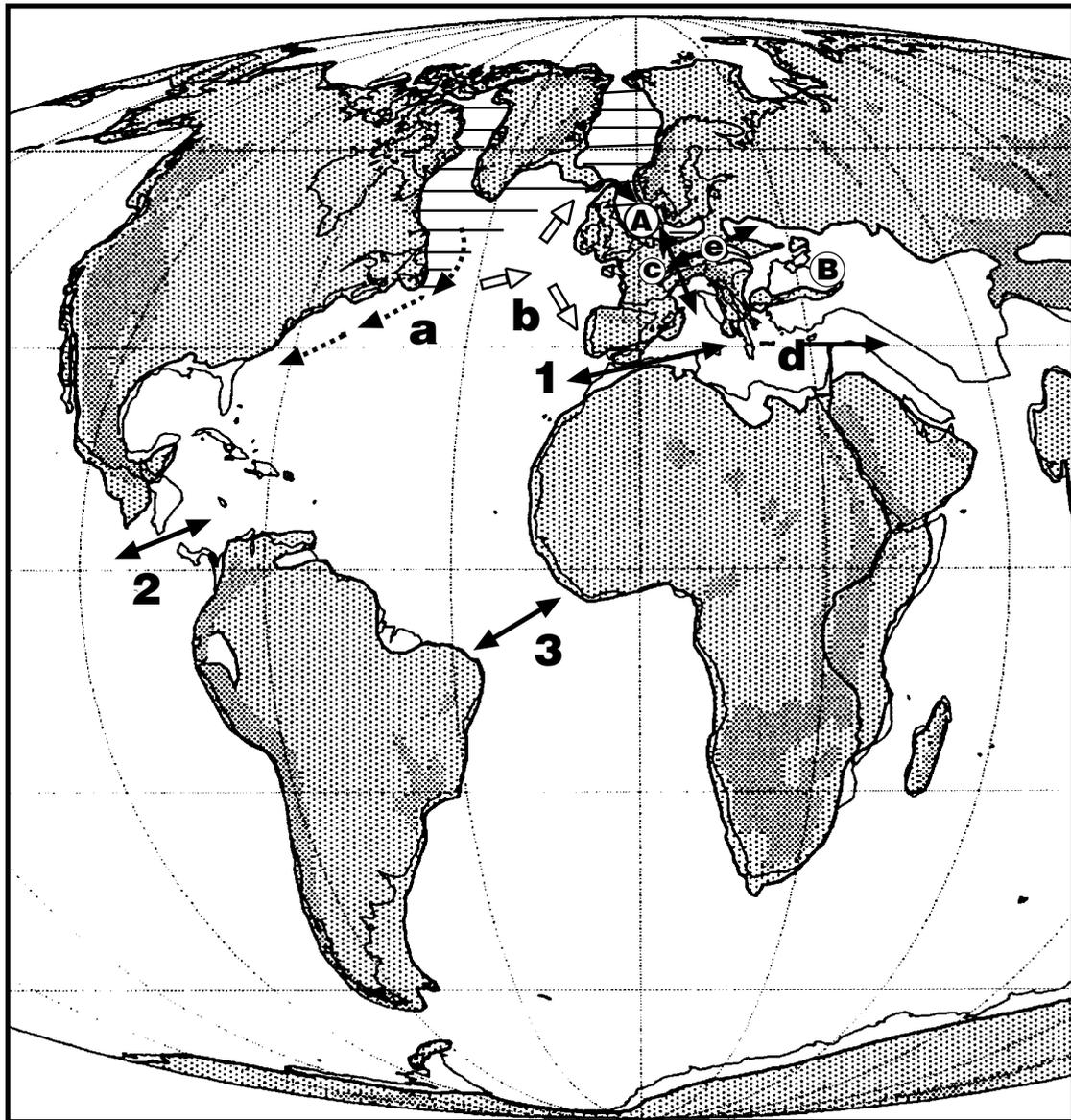


Abb. 65: Paläobiogeographie im Oligozän.

1-3: mögliche Migrationsrouten für neritische, warm-präferente Fische im Atlantik: 1: Atlantik-Mittelmeer, 2: zentralamerikanische Meeresstraße, 3: enger Bereich zwischen Südamerika und Afrika.

A: Nordseebecken mit partiell endemischen (Gadidae mit starker Entfaltung); B: Paratethys; a: Südwanderung erster Gadidae (*Phycis*) im NW Atlantik, b: Atlantiküberquerung erster Sciaenidae (*Umbrina*), c: Südwanderung erster Sciaenide aus dem Nordseebecken via Hessische Senke/Oberrheingraben, d: Migrationen über den verbliebenen Tethys-Weg. Kartengrundlage aus SMITH et al, 1994.

Fig. 65: Paläobiogeography in the Oligocene.

1-3: possible migration routes for neritic, warm-preferent fishes: 1: Atlantic-Mediterranean, 2: Central American gate, 3: most close connection between S America and Africa.

A: North Sea basin with partly endemic faunas (fast radiation of Gadidae); B: Paratethys; a: southward migration of first Gadidae (*Phycis*) in the NW Atlantic, b: Atlantic crossing of first Sciaenidae (*Umbrina*), c: southward migration of first Sciaenide from the North Sea basin via Hessian Depression/Upper Rhine Graben, d: migration via Tethys gate. Based on a map from SMITH et al, 1994.

Insgesamt blieb die klimatische Zonierung bei dem sehr hohen eozänen Temperaturniveau auffällig gering und weit hinter starken neogenen Zonierungen zurück. Ein gewisser borealer Einfluß in den nordatlantischen Faunen ist nur in Nordwesteuropa bemerkbar, wo vereinzelt boreale Faunenelemente im Eozän nachweisbar sind (Gadidae-Ga-

dinae). Vermutlich überdauerten diese Gruppen global warme Klimaphasen in tieferem Wasser (Submergenz-Regel) und rückten nur in kühleren Phasen oder in Upwellingzonen in flachmarine Bereiche vor. Die klimatischen Voraussetzungen für ihre massive Ausbreitung wurden erst mit der oligozänen Temperaturermäßigung erreicht.

### Der mitteltertiäre Faunenumbruch

Der Zeitabschnitt höchstes Eozän bis Oligozän war global und so auch im gesamten Nordatlantik und Nebenmeeren eine Zeit bemerkenswerter Faunenwechsel, die sich aus dem Zusammenhang globaltektonischer Großereignisse und klimatischen Veränderungen ergaben. Im höheren Eozän trennten sich Australien/Neuseeland endgültig von der Antarktis, und die zirkumantarktische Meeresströmung etablierte sich. Damit änderte sich die gesamte Hydrographie der Ozeane (Änderung von Meeresströmungen, beginnender Abfluß antarktischen Kaltwassers in die ozeanischen Becken). Parallel zur allgemeinen Abkühlung der Ozeane änderte sich global das Klima, d.h. mit der (zunächst noch moderaten) Temperaturermäßigung wurde auch die Zonierung zwischen den Polen und dem Äquator schärfer, mit stärkerem saisonalen Temperaturgang in den sich nun auf Kosten der tropischen Region weiter ausdehnenden temperierten Bereichen. In den terrestrischen Floren äußert sich dies in der nun rasch erfolgenden Ausbreitung arktotertiärer Florenelemente. Der Umschwung äußert sich aber ebenso deutlich in den marinen Biota. Beispielsweise starben typische Großforaminiferen des Eozäns (diverse Nummuliten, Discocyclinidae, Orbitolinidae) aus. Die Klimaänderungen liefen natürlich nicht gleichmäßig ab, sondern unter mehr oder weniger deutlichen Schwankungen, was sich in den jetzt deutlich zu beobachtenden Fluktuationen in den nordatlantischen Faunen bemerkbar macht. Die über mehrere Millionen Jahre recht stabilen Verhältnisse im Eozän wurden durch instabile, stärker schwankende Klimabedingungen ersetzt. In Anpassung an die neuen Bedingungen erfolgte eine Neuorganisation der Faunen und ab Unteroligozän sind beträchtliche Veränderungen in den nordatlantischen neritischen Fischfaunen zu verzeichnen, die sowohl die Selachier als auch die Teleosteer betrafen.

In den Selachierfaunen wurden die eozänen Faunenelemente teilweise durch neue Gruppen abgelöst, und insgesamt zeigen die oligozänen Selachierfaunen einen Übergangscharakter von den paläogenen zu den neogenen Faunen. Bemerkenswert ist der Rückgang oder auch das Aussterben bei den Heterodontidae, Orectolobiformes, diversen Odontaspidoidea, Carcharhinidae und Batomorphii. Orectolobiformes verschwanden nahezu völlig aus dem Atlantik (Ausnahme: *Ginglymostoma* und *Rhiniodon*) und sind heute fast nur noch im tropischen Indopazifik zu finden, ebenso *Heterodontus*. Unter den Odontaspidea starben die im älteren Paläogen so bezeichnenden Jaekelodontidae und *Striatolamia* spätestens gegen Ende des Unteroligozäns aus, ebenso die letzte *Cretolamna*-Art (*C. twiggsensis*). An ihre Stelle traten *Carcharias*-Arten (*C. cuspidatus* und *C. acutissimus*), die bis zum Mittelmiozän die wichtigsten Odontaspidoidea stellten, sowie *Isurus* s. lat.. Unter den frühen Carcharhinidae überdauerte *Physogaleus* das Oligozän und kommt noch in untermiozänen Ablagerungen vor, während

*Abdounia* schon an der Wende Eozän/Oligozän erlosch. Andere Linien (*Galeocerdo*, *Carcharhinus*, *Rhizoprionodon*) wurden von diesem Faunenwechsel weniger betroffen und *Carcharhinus*, aber auch *Sphyrna* entfalteten sich erst im Neogen massiv und ersetzten hier die älteren, erloschenen Gruppen.

Ebenso differenziert wie bei den Carcharhiniformes erfolgte der Wechsel bei den Rochen (Batomorphii). Manche Gruppen wurden wenig tangiert (Dasyatidae, Myliobatoidea) und liefen durch, andere starben aus (*Hypolophodon*, *Jacquhermania*, *Burnhamia*, *Coupatezia*, *Eotorpedo* etc.). An ihre Stelle traten nun die sich noch stärker entfaltenden Dasyatidae, Torpedinidae, Mobulidae u.a. Mit der Ausdehnung der kühltemperierten Zone begann die Südwanderung borealer Faunenelemente, unter den Selachiern u.a. *Cetorhinus*, *Lamna* und vor allem Rajidae. Letztere traten im Oligozän erstmals massiv in Erscheinung und bilden heute den wichtigsten Teil der arktischen bis borealen, benthischen Selachier. Die Ausbreitung der Rajidae korreliert auffällig mit der der Gadidae unter den Teleosteen.

Im höheren Oligozän sickerten allmählich typisch "neogene" Selachier in die Faunen ein, z.B. *Hemipristis serra*, *Galeocerdo aduncus* oder diverse *Carcharhinus*-Arten. Damit wurde die Formierung der neogenen, vor allem durch Carcharhiniformes dominierten Faunen eingeleitet. Die oligozäne bis untermiozäne Umstellung der Faunen vom paläogenen zum neogenen Typus verlief atlantisch ziemlich exakt synchron und gleichartig ab, wie sich an dem jetzt vorliegenden, gut horizontalen Material zeigt. Das sukzessive Einsetzen oder Aussterben einzelner Taxa läßt sich daher recht gut für überregionale stratigraphische Vergleiche nutzen.

Viele stenotherm-thermophile eozäne Teleosteer (es sind ziemlich exakt jene, die man nach dem heutigen Reliktorkommen im tropischen Indo-Westpazifik in der paläoichthyologischen Literatur als "indo-westpazifisch" bezeichnet - nach ihrem Ursprung zutreffender ist tethyal) erlebten einen dramatischen Rückgang oder starben im Atlantik ganz aus. Dazu gehören unter den Selachiern die Heterodontidae, Orectolobiformes und diverse Batomorphii. Unter den wichtigen Teleosteer-Gruppen sind Ophidiidae (Sirembini und Neobythitinae-Gruppen), Pomadasyidae (ancestrale Gruppe mit elongaten Otolithen), Lactariidae u.a. Perciformes zu nennen. Auf der anderen Seite konnten sich unter den neuen Bedingungen stärker eurytherme, nicht so spezialisierte Gruppen auf Kosten der paläotropischen Elemente weiter ausbreiten, beispielsweise ein Teil der Gadidae (Phycinae und Merlucciinae), Ammodytidae, Trachinoidei und diverse Plattfische (Pleuronectiformes). Schließlich formierte sich im nördlichen Nordatlantik die boreale Provinz heutiger faunistischer Prägung, zu deren wichtigsten Element im Nordatlantik die Gadidae (Gadinae) aufstiegen. Sie entfalteten sich ab Oligozän sehr schnell, und das Massenvorkommen ihrer

Otolithen in fossilen Faunen ist ein Charakteristikum borealer Faunen. Während benthische Gadidae (wie diverse Lotinae oder *Raniceps*) und Pleuronectiformes im Nordatlantik und Nebenmeeren die Ophidiidae aus den benthischen Assoziationen verdrängen, bilden nektische Gadidae den dominierenden Anteil borealer nektischer Assoziationen.

Den Übergang zu warm-temperierten bis subtropischen Faunen markiert eine zunehmende Artenzahl und die Ablösung der Gadidae als dominierende Gruppe durch andere Gruppen, vor allem Sciaenidae. Im Oligozän schafften die Sciaenidae den Sprung über den Atlantik und breiteten sich in Europa rasch aus. Im Mitteloligozän waren sie hier noch äußerst selten, im Oberoligozän erreichten sie in brachyhalin beeinflussten, warm-temperierten Faunen bereits eine dominierende Rolle. Insgesamt zeigt sich ab höherem Oligozän auf beiden Seiten des Nordatlantiks ein ziemlich äquivalentes Bild (Abb. 65): Nach Süden zu wurden die borealen, Gadidae-dominierten Faunen durch Sciaenidae-reiche, warm-temperierte bis subtropische Faunen abgelöst, wobei die Sciaenidae im westatlantischen Raum insgesamt artenreicher bleiben als im ostatlantischen Raum und Warmwasserfaunen häufig völlig dominieren, begleitet von Pomadasyidae u. a. Im ostatlantischen Raum dagegen spielen Acropomatidae, Sparidae und Centracanthidae noch eine größere Rolle in den neritischen Faunen, während diese Guppen im Westatlantik fehlen (Centracanthidae, Acropomatidae) oder nicht so relevant sind (Sparidae). Über hochtropische oligozäne Faunen beider Seiten des Atlantiks ist noch zu wenig bekannt, als daß man hierüber diskutieren könnte. Der große Sprung in der Evolution der westatlantischen Ophidiidae und Sciaenidae zwischen Obereozän/Unteroigozän und Untermiozän deutet jedoch an, daß die Evolution dieser Gruppen in der tropischen Karibik im Oligozän eine erhebliche Beschleunigung erfuhr.

Ab höherem Oligozän (das tieferes Oligozän im westatlantischen Raum ist noch sehr schlecht untersucht, eine Publikation von NOLF ist in Vorbereitung) setzte auch eine stärkere Regionalisierung (Provinzialisierung) in den atlantischen Faunen ein. Parallel zum Niedergang der eozänen (tethyalen), recht uniformen Assoziationen formierten sich auf beiden Seiten des Atlantiks nun die charakteristischen neogen-rezenten Faunen.

### Neogene Faunenentwicklung

Mit dem weiteren Rifting des Nordatlantiks dehnte sich das nordatlantische Becken kontinuierlich weiter aus und damit wurde die Entfernung zwischen den ost- und westatlantischen Küsten ständig größer. Dies engte die direkte Migration neritischer Faunenelemente weiter ein. Die Abkühlung des nördlichen Nordatlantiks funktionierte in immer deutlicherem Maße als thermischer Filter und engte die Migration thermophiler Taxa entlang der nordatlantischen Küsten (NE-Amerika, Grönland, NW-Europa) stärker ein. Daraufhin be-

schränkte sich der Faunenaustausch immer deutlicher auf solche Taxa, die große ozeanische Becken direkt überqueren oder die thermischen Filter überwinden konnten. Dies vermochten nur wenige Arten aus den strikt neritischen Gruppen, und die Flachwasserfaunen beider Seiten des Atlantiks nahmen nun eine stärker unabhängige Entwicklung. Bis zum Mittelmiozän lassen sich noch vereinzelt Atlantiküberquerungen temperierter, streng neritischer Faunenelemente nachweisen (Sciaenidae: *Genyonemus* und *Cynoscion*), postmittelmiozäne Migrationen wärmebedürftigerer Taxa entlang der nordatlantischen Küsten sind nicht mehr zu erkennen. Vom höheren Miozän an an erreichten nur noch boreale Taxa unter den flach neritischen Fischen eine nennenswerte ambiatlantische Verbreitung (Gadidae, Ammodytidae, diverse Scorpaeniformes, Pleuronectiformes etc.).

Im westatlantischen Raum wurden im Oligozän/Neogen die paläogenen Ophidiidae (Sirembini etc.) durch moderne Gruppen ersetzt (Lepophidiini: *Lepophidium*, Ophidiini: *Ophidion* und Verwandte), die heute eine wichtige Rolle in den temperierten bis tropischen Softbottom-Assoziationen spielen (mit zunehmender Artenzahl in Richtung tropische Zone, z.B. Karibik). Im ostatlantischen Bereich konnten sich die Ophidiiformes nicht in diesem Maße erneuern und fallen im Neogen quantitativ kaum noch auf, vor allem im Nordseebecken (SCHWARZHANS, 1981: Abb. 1) und anderen Randmeeren. Einige noch im Oligozän/Neogen vorhandene Gattungen (z.B. *Ogilbia*), die bevorzugt tropische Riffe und Felsküsten besiedeln, zogen sich schließlich aus dem ostatlantischen Raum zurück fanden in der Karibik ihre Reliktareale. Auch *Lactarius*, im Eozän weit verbreitet, reichte in der Karibik noch weit in das Miozän und starb hier erst im jüngeren Miozän aus. In den benthischen Faunen wurden die Congridae und auch diverse Ophidiidae auf beiden Seiten des Atlantiks durch andere Gruppen (Triglidae, Gobiidae und vor allem Pleuronectiformes) ersetzt, wobei hier deutliche Unterschiede im systematisch niedrigerem Niveau zwischen W- und E-Atlantik zu verzeichnen sind (siehe Tabelle 5), die die zunehmend eigenständige Entwicklung beider Räume belegen. Ähnliches läßt sich im Neogen auch für einige Gadidae feststellen (Tabelle 6).

Im Untermiozän (etwa an der Wende Aquitanium/Burdigalium erschien im Nordatlantik ziemlich abrupt die Gruppe der großen *Carcharhinus*-Arten (Bull Shark Group, nach *Carcharhinus leucas* = Bull Shark). Die Evolution dieser Gruppe ist im N-Atlantik nicht weiter zurückzuverfolgen, so daß eine Neueinwanderung aus dem Indopazifik angenommen werden kann (z.B. über den noch offenen Isthmus von Panama). Im atlantischen Tertiär der USA kommt diese Gruppe erstmalig an der Basis der Calvert Formation vor (*C. egertoni*), in Europa im Burdigalium Südwesteuropas und der Paratethys (gleiche Art). Weiterhin starben im Untermiozän die letzten "paläogenen" *Carcharhinidae* aus (*Physogaleus*). Damit ist die "mitteltertiäre"

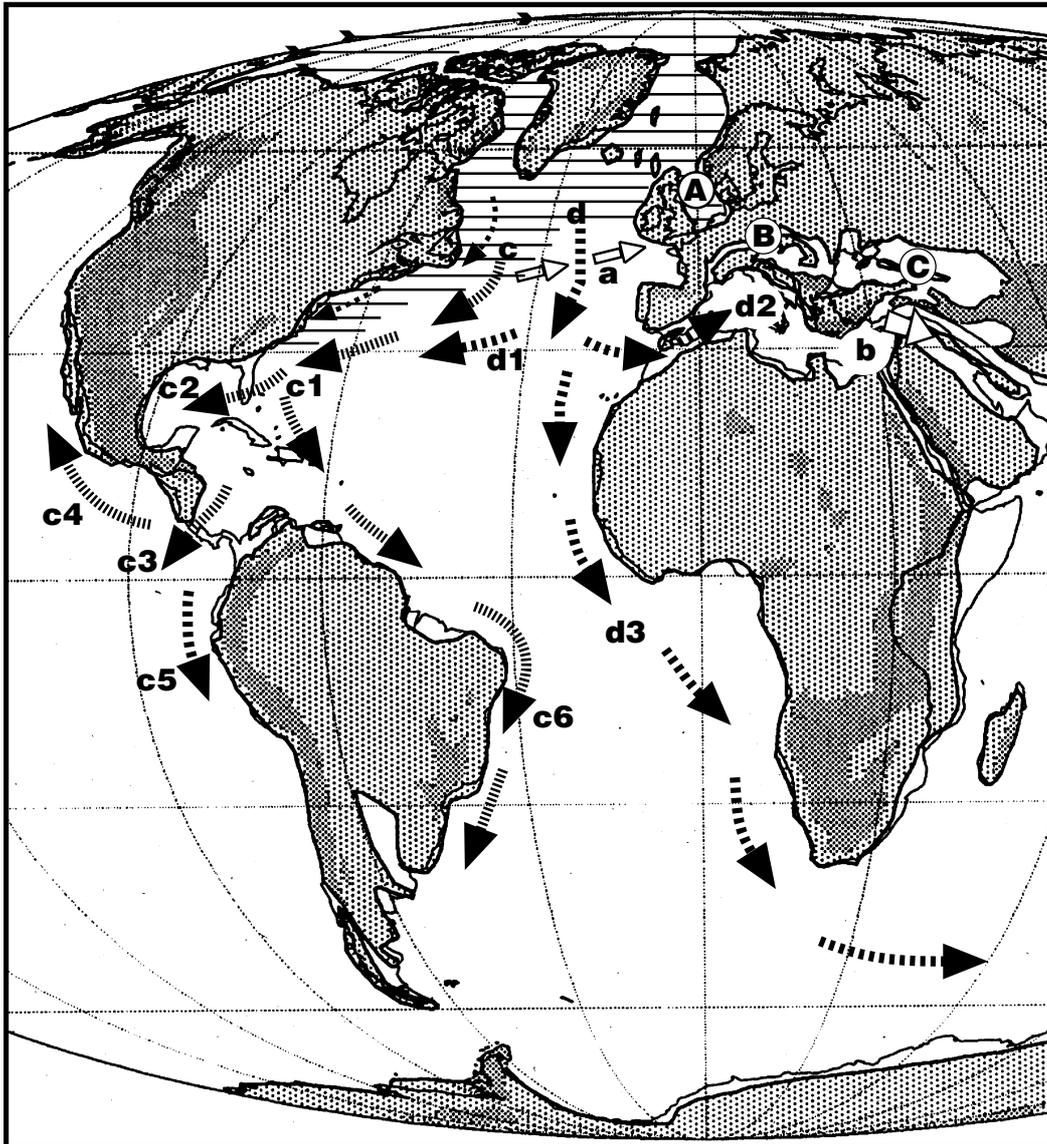


Abb. 66: Paläobiogeographie im Unter- bis Mittelmiozän.

A: Nordseebecken mit partiell endemischen Faunen (Gadidae mit starker Entfaltung); B: westliche und C: zentrale/östliche Paratethys mit partiell endemischen Faunen.

a: letzte Sciaenide überqueren den N Atlantik nach Osten ("genus aff. *Cynoscion*" *holsaticus*, "genus aff. *Genyonemus*" *teutonicus*); b: letzte Migrationen über den Tethys-Seeweg (im jüngeren Miozän Schließung); c: Südwanderung von Gadidae im NW Atlantik, c1: Gadinae, c2: *Merluccius/Urophycis*, c3: *Merluccius*, c4/5: vikariierende Arten im E Pazifik (antitropische Verbreitung), c6: *Merluccius* im SW Atlantik; d: Ausbreitung von *Micromesistius*, d1: NW-Atlantik (Coastal Plains, heute dort nicht mehr vorhanden), d2: Mittelmeer, d3: Südatlantik und mit zirkumantarktischer Strömung nach Südastralien/Neuseeland (SCHWARZHANS, 1980). Kartengrundlage aus SMITH et al, 1994.

Faunenumstellung bei den atlantischen Selachiern weitgehend abgeschlossen. Im Laufe des Miozäns erfolgte schließlich eine beschleunigte Radiation der Carcharhinidae, und die Gruppe wurde zur artenreichsten und wichtigsten Selachiergruppe der Warmwasserregionen. Die Klimabindung erklärt

Fig. 66: Paläobiogeography in the early and late Miocene.

A: North Sea basin with partly endemic faunas (Gadidae with fast radiation); B: western and C: central/eastern Paratethys with partly endemic faunas.

a: last Sciaenidae cross the N Atlantic to the East ("genus aff. *Cynoscion*" *holsaticus*, "genus aff. *Genyonemus*" *teutonicus*); b: last migrations via Tethys gate (final closure in the late Miocene); c: southward migration of Gadidae in the NW Atlantic, c1: Gadinae, c2: *Merluccius/Urophycis*, c3: *Merluccius*, c4/5: vicariant species in the E Pacific (antitropical distribution), c6: *Merluccius* in the SW Atlantic; d: dispersion of *Micromesistius*, d1: NW Atlantic (Coastal Plains, today absent in this area), d2: Mediterranean, d3: S Atlantic and with circumpolar current to South Australia and New Zealand (SCHWARZHANS, 1980). Based on a map from SMITH et al, 1994.

ihre außerordentliche Seltenheit im Neogen des Nordseebeckens oder bestimmter Formationen der nördlichen Atlantic Coastal Plains der USA (St. Marys Formation).

Die miozänen neritischen Faunen des NW-Atlantiks wurden je nach klimatischer Situation

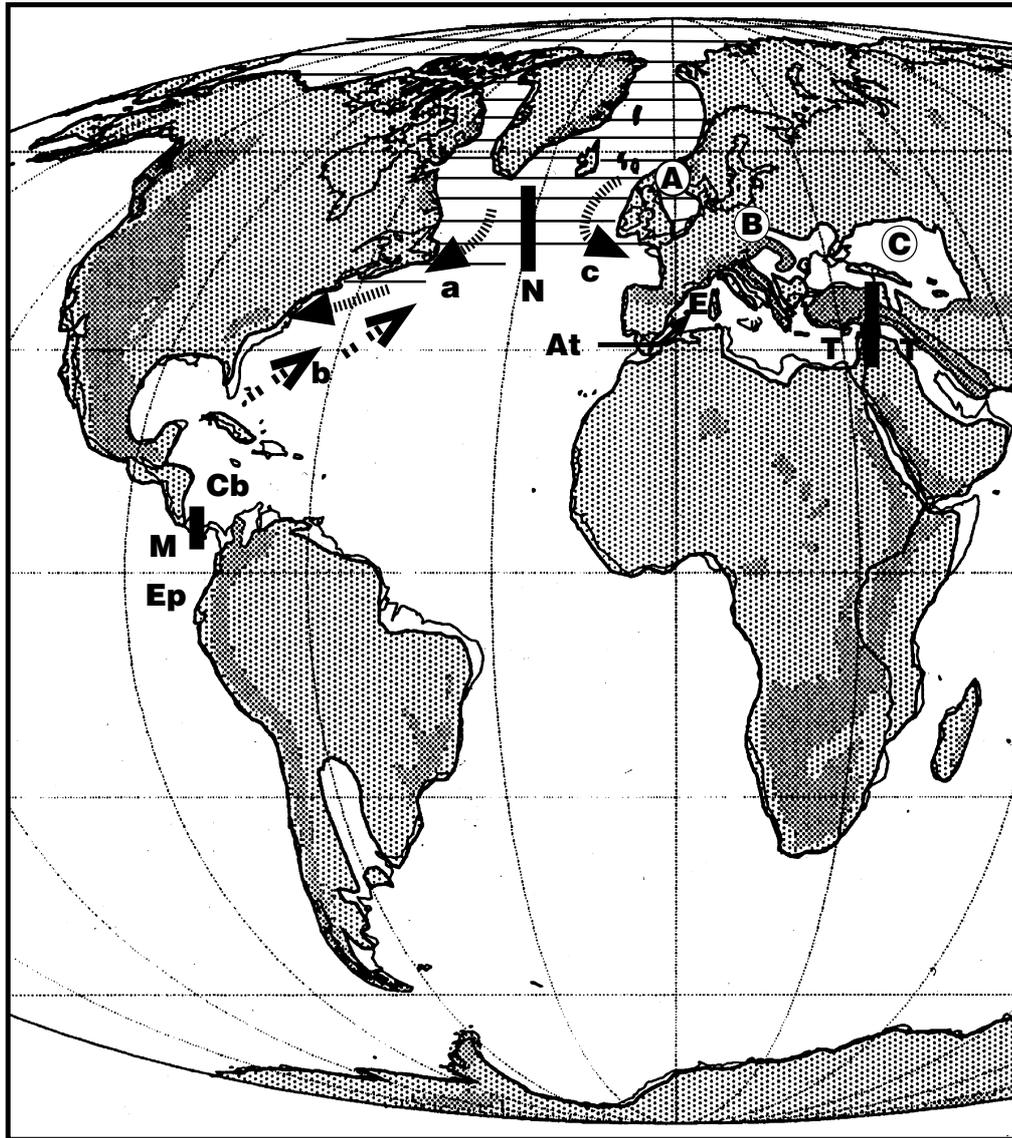


Abb. 67: Paläobiogeographie im Obermiozän bis Unterpliozän.

Im Nordwestatlantik stärker ausgeprägte saisonale Zyklen (Sommer-Winter-Zyklus) mit deutlichen saisonalen Wanderungen borealer (a) und warm-präferenter (b) Fische. Im NE Atlantik dringen mit stärkerer Abkühlung Gadidae weiter nach Süden vor (z.B. im Redonien von Frankreich). Durch messinische Katastrophe sterben viele Fische tethyalen Ursprungs im Mittelmeer (E) aus und werden nach Öffnung der Straße von Gibraltar durch atlantische Taxa ersetzt (At). B: endemische Faunen der westlichen Paratethys erlöschen, in östlicher Paratethys überleben Relikte (ponto-kaspische Fauna). Die Abkühlung im N Atlantik bildet eine thermische Barriere (N) für warm-präferente Flachwasserfische. Der letzte Tethys-Kanal (T) wird geschlossen. Die Schließung der mittelamerikanischen Landbrücke (M) im Pliozän führt nun zu eigenständigen Faunenentwicklungen in der Karibik (Cb) und im tropischen Ostpazifik (Ep). Kartengrundlage aus SMITH et al, 1994.

Fig. 67: Paläobiogeography from the late Miocene to the early Pliocene.

More distinct climatic Cycles in the NW Atlantic (Summer-Winter-Cycle) with significant seasonal migrations of boreal (a) and warm-preferent (b) fishes. In the NE Atlantic Gadidae move more and more in Southern direction (p.e. in the Redonien of France) caused by stronger cooling in this area. The Messinian Event in the Mediterranean (E) leads to extinctions of fishes of Tethys origin, and after the opening of the Gibraltar Street new taxa from the Atlantic (At) enter the Mediterranean. B: endemic faunas of western Paratethys become extinct, in the eastern Paratethys some relicts survive (Ponto-Caspian fauna). The cooling in the N Atlantic forms a thermal barrier (N) stopping migrations of warm-preferent coastal fishes. The last Tethys gate (T) has been closed. The final closure of the Central American land bridge (M) in the Pliocene leads to separate developments in Caribbean (Cb) and tropical eastern Pacific faunas. (Ep). Based on a map from SMITH et al, 1994.

von Rajidae/Gadidae oder Dasyatidae/Carcharhinidae/Sciaenidae dominiert. Ebenfalls vom jeweiligen Klima abhängig war der Anteil von Ophidiidae (Lepophidiini, Ophidiini), Triglidae (*Prionotus*), Pomadasyidae, Sparidae, Serranidae, Ammodytidae und Pleuronectiformes (vor allem *Citharichthys* und

*Symphurus*). Allgemein ist eine Zunahme der Artenzahl von den Kaltwasser- zu den Warmwasserfaunen hin zu verzeichnen. Im höheren Oligozän bis Miozän erfolgte bei diversen Lepophidiini und Sciaenidae eine allmähliche Adaption an temperierte Verhältnisse und Gattungen wie *Lepophidium*, *Cy-*

*noscion*, *Genyonemus*, *Leiostomus*, *Pogonias* u.a. konnten sich in der temperierten Region etablieren. Doch auch bei den *Lepophidium* und den Sciaenidae blieb die Artenzahl in den Tropen am höchsten.

Die Verhältnisse im Neogen des nordostatlantischen Raumes waren wesentlich komplizierter als im nordwestatlantischen Raum. In Europa zeigte sich eine viel stärkere Gliederung mit großen, mehr oder weniger isolierten Becken oder Binnenmeeren (Nordseebecken, Mittelmeer, Paratethys). In diesen Becken entwickelten sich zeitweise endemische Faunen bzw. persistierten ältere Faunenelemente über einen größeren Zeitabschnitt, im Mittelmeer z.B. Reste der paläogenen Tethysfauna (*Acropomatidae*, letzte *Ophidiidae* paläogenen Charakters). Im Nordseebecken durchliefen die borealen Gadidae eine teilweise rasante Entwicklung, wenn auch nicht so isoliert wie bisher angenommen. Ihre Seltenheit in den miozänen Faunen Südwesteuropas war klimatisch bedingt und resultierte nicht ausschließlich aus dem beschränkten Faunenaustausch zwischen Nordseebecken und Atlantik. Die jetzt vorliegenden neogenen Gadidae von den US-Atlantic Coastal Plains belegen, daß im gesamten Neogen im nördlichen Nordatlantik eine "Gadidae-Provinz" existierte und sich hier die großen Gadinae entwickelten (*Gadus*, *Melanogrammus*, sicher auch *Polachius*). Sie sind hier ab Mittelmiozän nachweisbar, im Nordseebecken erst ab Pliozän, wanderten also erst nach dem Messinien ein. Teilweise zerfielen die Gattungen in ost- und westatlantische Stämme (*Melanogrammus*), aus denen sich auch vikariierende Gattungen entwickelten (*Phycis-Urophycis*).

In den wärmeren miozänen Faunen Südwesteuropas, wo Gadidae nur eine untergeordnete Bedeutung haben (nur die mesopelagischen Gruppen wie *Gadiculus* oder *Micromesistius* häufig), spielen andere Gruppen eine wichtige Rolle: Pomadasyidae, Sparidae, Centranchthidae, Gobiidae und diverse Pleuronectiformes.

Eine wichtige Drehscheibe für den Faunenaustausch nach Südosten bildeten die mehr oder weniger brachyhalinen Meeresstraßen und epikontinentalen Binnenmeere in Europa/NW-Asien. Hier entwickelten sich besonders euryhaline Gruppen wie *Chandidae*, *Sciaenidae* und *Gobiidae* zu dominierenden Faunenelementen und bildeten teilweise endemische Assoziationen. Über die im Miozän noch zeitweise offenen, wenn auch stark eingeeengten oder verbrackten Meeresstraßen zum Indopazifik (RÖGL & STEININGER, 1984 konnten einige Gruppen noch in den Indopazifik einwandern (*Sciaenidae*: *Argyrosomus*, *Atractoscion*) und wurden dort vermutlich Ausgangspunkt einer erneuten Radiation (indopazifische *Nibeaa*-Gruppe u. Verwandte). Im höheren Miozän rissen dann selbst die letzten Verbindungen zum Indopazifik ab (Abb. 67). Ab diesem Zeitpunkt war ein Faunenaustausch zwischen Indik und Atlantik nur noch um Südafrika herum möglich. Erst der Suez-Kanal als anthropogenes Werk hat diese Verbindung erneut aktiviert und im

Laufe der "Lessepps-Migration" (DOV POR, 1978) wandern in der Gegenwart wieder indopazifische Fische in das Mittelmeer ein. Bis jetzt wurden über 40 Arten gezählt. Infolge dieser rezenten Migration ist in Zukunft mit einer erneuten Faunenumstellung im Mittelmeer zu rechnen. Ihr Ausmaß hängt von der Konkurrenzfähigkeit der neuen Immigranten ab.

Durch die Schließung der letzten miozänen Meeresstraßen zum Indik erloschen letzte Migrationsbewegungen zwischen Mittelmeer/Paratethys und Indik. Infolge der messinischen Katastrophe im Mittelmeer wurden dort nahezu alle noch vorhandenen alten Tethys-Elemente vernichtet und die letzten indopazifischen Affinitäten europäischer Faunen verschwanden. Nach dem Messinien wurde das Mittelmeer vom Atlantik neu besiedelt und damit hielt eine atlantische Fauna Einzug. In den europäischen Rand- und Epikontinentalmeeren (Paratethys) setzte im Oligozän/Miozän die Entwicklung endemischer Faunen ein, die durch die Verbrackung bis Aussüßung im jüngeren Neogen zum großen Teil vernichtet wurden. Reste davon finden sich heute in der pontokaspischen Fauna.

Im höheren Pliozän schließlich setzte eine starke Abkühlung im gesamten nordatlantischen Raum ein. Dies führte zu letzten deutlichen Verschiebungen in den Faunenprovinzen leitete die verstärkte Radiation und Ausbreitung arktischer Faunenelemente auf beiden Seiten des Atlantiks ein, auch hier wieder vorwiegend Gadidae (*Arctogadus*, *Boreogadus*, *Microgadus*), aber auch Lipariidae, Cottidae etc. Mit der Formierung und Ausbreitung der arktischen Fauna im jüngeren Neogen erreichte die Entwicklung der nordatlantischen Faunen etwa den heutigen Stand.

Auf der anderen Seite verschwanden zwei wichtige Warmwassergattungen der Selachier im Pliozän aus dem Atlantik. *Carcharocles* und *Hemipristis*. Ihr Rückzug ist basiert wohl nur auf den paläoklimatischen Veränderungen, sondern hängt vermutlich auch mit der Schließung des Isthmus von Panama vor etwa 3,5Ma (Wende Unter/Oberpliozän) zusammen. Damit waren beide pelagischen Prädatoren vom großen indopazifischen Warmwasserraum abgeschnitten. Im Indopazifik persistierte *Carcharocles* noch bis in das Altquartär, ebenso *H. serra*. *Hemipristis* ist im Indopazifik heute noch mit einer kleineren Art vertreten. Die mittelamerikanische Landbrücke zerteilte auch die alte zentralamerikanische, tropische Faunenprovinz (Paläokaribik). Der Zeitraum von etwa 3,5Ma hat aber noch nicht so weit ausgereicht, daß die Divergenz zwischen der ostpazifischen und der karibischen Fauna sehr weit fortschreiten konnte und betrifft häufig nur vikariierende Arten einer Gattung, reicht in der also in der Regel nur bis zur Artebene. Manche Gattungen, im Neogen noch in den Coastal Plains nachzuweisen (beispielsweise *Chilara* oder *Genyonemus*), starben in der Karibik aus und kommen heute nur noch im Ostpazifik vor. Insgesamt bleibt die tropische ostpazifische Fauna

konservativer als die karibische. Ursache hierfür sind wohl stabilere hydrographische Bedingungen sowie eine grob N-S ausgerichtete Küste, welche bei

Klimaschwankungen eine einfache Verschiebung der Faunengürtel ermöglichte. In der karibischen Region sind die Verhältnisse komplizierter und stärker wechselnde Umweltbedingungen beeinflussen natürlich auch die Evolution nachhaltiger. Hinzu kommt eine vielfältigere Gliederung des Raumes (große Schelfräume mit Weichböden, große Ästuare oder Deltas wie Chesapeake Bay, Mississippi oder Amazonas, ausgedehnte Inselbögen und Riffgürtel), welche ein größeres Angebot differenzierter Biotope und Nischen offeriert. Ophidiidae oder Sciaenidae sind daher in der karibischen-westatlantischen Region viel diverser als in der ostpazifischen. Der Artenreichtum der Sciaenidae wird dabei auffälligerweise im wesentlichen von kleinen, stärker spezialisierten und regional begrenzten Arten verursacht, welche die vielfältigen, aber räumlich mehr oder weniger begrenzten ökologischen Nischen ausnutzen.

## Zusammenfassung

Eigene Aufsammlungen im atlantischen Tertiär der USA (Atlantic Coastal Plains) lieferten einige 1000 Selachierzähne und über 10000 Teleostei-Otolithen (davon rund 9200 näher bestimmbar). Auf der Basis dieses Materiales kann erstmalig für das atlantische Tertiär der USA eine nahezu komplette Sequenz von Fischfaunen vom Mitteleozän bis zum Pliozän vorgestellt und ausgewertet werden. Insgesamt wurden durch eigene Aufsammlungen ca. 90 Taxa an Selachiern und 190 Teleostei-Taxa belegt, wovon 58 neu beschrieben werden.

Das umfangreiche Material ermöglicht eine Rekonstruktion der Entwicklung und Formierung der nordwestatlantischen neritischen Faunen ab Eozän unter dem Einfluß von Klima und paläogeographischer Entwicklung des untersuchten Raumes. Weiterhin sind transatlantische Faunenbeziehungen und Migrationen einzelner Taxa nachvollziehbar. Schließlich ermöglichen so umfangreiche Faunenabfolgen Studien zur Biostratigraphie und Evolution, vor allem von gut verfolgbarer Gruppen. Die Ergebnisse der Untersuchungen werden kurz zusammengefaßt, wichtige faunistische Ereignisse in Abb. 68/69 dargestellt.

Sämtliche Faunen stammen aus flach neritischen Milieus und ozeanischer Einfluß ist durchweg sehr gering oder fehlt ganz. In der mitteleozänen Fauna der Piney Point Formation von Virginia dominieren unter den großwüchsigen Selachiern bekannte Kosmopoliten wie *Striatolamia*, *Carcharias* und *Galeocerdo*. Im mikromorphen Material konnten erstmals bisher nur aus dem Eozän des ostatlantischen Raumes beschriebene Gattungen festgestellt werden (*Eostegostoma*, *Mustelus*, *Triakis*, *Coupagezia*). In den Teleostei-Assoziationen dominieren fünf große Gruppen: Congridae, Ophidiidae (vor allem ausgestorbene Sirembini), Poma-

dasyidae (elongate Otolithengruppe), Lactariidae und ancestrale Sciaenidae. Die mitteleozäne Fauna zeigt bemerkenswerte Übereinstimmung mit westeuropäischen Faunen dieser Zeit (teilweise bis auf Art-Niveau) und kann der tethyalen Warmwasser-Provinz zugerechnet werden. Nur die ancestralen Sciaenidae stellen eine endemisch westatlantische Gruppe dar. Davon abgeleitete Gattungen breiteten sich erst ab Oligo-/Miozän global aus.

Zwischen höherem Mitteleozän und höherem Oligozän liegt aus geologischen und faziellen Gründen ein großer Hiatus im Otolithen-Nachweis, und erst aus der oberoligozänen Old Church Formation von Virginia stehen wieder Otolithen zur Verfügung, Selachier auch aus der River Bend Formation von North Carolina und der Ashley Formation von South Carolina. Die oligozänen Selachier belegen enge Verbindungen zum ostatlantischen Raum und nur eine der größeren Arten kann als endemisch westatlantisch angesehen werden: *Galeocerdo contortus*. Unter den Teleosteiern dominieren Sciaenidae mit *Umbrina*-Arten, die den frühen europäischen Arten sehr nahe kommen und enge Verbindungen erkennen lassen. Hinzu kommen die ersten Gadidae des amerikanischen Tertiärs (*Phycis*, ebenfalls bisher aus dem europäischen Oligozän bekannt) sowie einige Sparidae und Serranidae. Die oligozänen Faunen signalisieren einen deutlichen Faunenumbruch. Viele der eozänen Gattungen tethyalen Ursprungs sind erloschen (wie in europäischen Faunen) und wurden durch atlantische Gruppen ersetzt (teilweise kühl-präferente Taxa wie *Cetorhinus* und *Phycis*).

Im Untermiozän stellten sich letztmalig tropische Bedingungen an den mittleren Atlantic Coastal Plains ein. In der Fauna der Belgrade Formation von North Carolina beherrschen die Warmwasser-Gattungen das Bild, unter den Selachiern beispielsweise *Ginglymostoma*, diverse Carcharhinidae, *Pristis* und diverse Rochen. Die Teleostei-Assoziationen dominieren "karibischen" Sciaenidae wie *Ctenosciaena*, *Aplodinotus* oder *Umbrina*. Das Auftreten dieser "moderneren" Sciaenidae dokumentiert die beschleunigte Radiation der Gruppe im Oligozän bis zum tieferen Miozän und ihren Aufstieg zu einer der beherrschenden Familien in den westatlantischen Faunen des flachen Neritikums.

Zum höherem Untermiozän hin (Calvert/Pungo River Formation) ist eine erneute Faunenumstellung zu erkennen. Erstmals sind boreale Gadidae in nennenswertem Umfang nachweisbar und die tropischen Gattungen fehlen. Mischfaunen aus Warm- und Kaltwasser-Formen belegen eine stärkere Klimazonierung und saisonale Wanderungen diverser Arten, wie sie heute noch an den US-Küsten beobachtet werden kann. Zur Südwanderung der Gadidae gesellte sich eine starke Entfaltung temperierter, teilweise ausgestorbener Sciaenidae, von denen einige nochmals den Weg über den Atlantik nach Europa fanden (*Genyonemus*, *Cynoscion*).

Eine besonders starke Abkühlung ist für das höchste Mittelmiozän nachweisbar und in der St.

Marys Formation (speziell im Little Cove Point Member) von Maryland bestimmen boreale Gadidae, die bisher nur aus dem Nordseebecken bekannt waren, den Charakter der Faunen. Hier wurden auch die bisher ältesten der großen Gadinae (*Gadus*, *Melanogrammus*) überhaupt gefunden. Die starke Abkühlung im Nordatlantik wirkte als thermische Barriere für die transatlantische Migration neritischer, warm-präferenter Fische und ab Mittelmiozän sind keine transatlantischen Migrationen dieser Gruppe mehr nachweisbar. Im nördlichen Nordatlantik etablierte sich endgültig die boreale, Gadidae-dominierte Fauna, während die warmtemperierten bis tropischen Faunen des Neritikums auf beiden Seiten des Atlantiks eine eigenständigere Entwicklung nahmen.

In den miozänen bis pliozänen Faunen setzen sukzessive sämtliche wichtigen Gruppen (moderne Ophidiidae, diverse Sciaenidae, Pleuronectiformes etc.) ein und im Pliozän ist die Formierung der nordwestatlantischen Faunen des Neritikums weitgehend abgeschlossen. Unterschiedliche Zusammensetzung der einzelnen Assoziationen reflektieren fazielle Situationen und paläoklimatische Entwicklung im untersuchten Gebiet. Allgemein zeigen die Faunen einen allmählichen Temperaturanstieg vom Minimum in der obermittelmiozänen St. Marys Formation zu einem Maximum im Unterpliozän (Yorktown Formation) an. Im Zuge der erneuten Abkühlung im höheren Pliozän und der weiteren Einengung der Warmwasserareale starben einige pelagische Selachier (*Hemipristis*, *Carcharocles*) im Atlantik aus. Unter den neritischen, nordwestatlantischen Teleostern erloschen ebenfalls einige wichtige Gruppen (Gattungen), vor allem der Familie Sciaenidae ("genus aff. *Pachyurus*", "genus aff. *Cynoscion*" u. a.). Dies korreliert mit dem oberpliozänen bis altquartären Aussterben diverser Molluskengruppen, wie *Echphora* oder *Chesapecten*. Erst in jüngster Zeit (vermutlich postpleistozän) wanderte als letzte große Gruppe die Familie Gobiidae (aus der Karibik schon ab Untermiozän bekannt) weiter nach Norden bis an die Küsten der heutigen USA.

Die schnelle Evolution der Sciaenidae von den ancestralen Taxa des Eozäns mit percoider Otolithenmorphologie zu den modernen, neogen-rezenten Gattungen läßt sich auf Otolithenbasis gut nachzeichnen. Schon unter den mitteleozänen Taxa ist die Entwicklung einer Otolithenmorphologie vom *Umbrina*-Typus zu erkennen. Während die ancestralen Taxa spätestens im tiefsten Oligozän ausstarben, wurde die *Umbrina/Sciaena*-Gruppe als ursprünglichste fossil-rezente Gruppe zum Ausgang einer weit gefächerten, schnellen Radiation ab höherem Oligozän. Die an fossilen Otolithen gewonnenen Erkenntnisse belegen die Monophylie der Familie, wie dies auch von zahlreichen Ichthyologen vermutet wird.

Faunenwechsel und beschleunigte Evolution mancher Gruppen mit Bildung relativ kurzlebiger Arten ermöglichen eine biostratigraphische Zonierung, die im teilweise schwierigen Terrain der At-

lantic Coastal Plains (in den flach neritischen Ablagerung planktische Foraminiferen und aussagefähiges Nannoplankton teilweise äußerst selten) besonders zu beachten ist. Nach Otolithen lassen sich für nahezu alle Member der vorhandenen Formationen eindeutige Kriterien für eine biostratigraphische Gliederung definieren.

## Summary

Own collections from the Tertiary of the US Atlantic Coastal Plains comprise some 1000 teeth of selachians and more than 10000 otoliths of teleosts (about 9200 otoliths determinable). Based on this collection a nearly complete sequence of fish faunas of the Atlantic Coastal Plain Tertiary could be established and evaluated for the first time. In summary 90 taxa of selachians and 190 taxa of teleosts were found. 58 species were introduced as new.

The tremendous material allowed the reconstruction of the history of the NW Atlantic neritic fish faunas since Eocene and the influence of climate and paleogeographical developments. Furthermore transatlantical relations of fossil faunas and migrations of some groups could be investigated. Finally studies in biostratigraphy and evolution were possible on the base of the sequence of fish faunas. Some major faunal events are demonstrated in Fig. 68/69.

The investigated faunas originate from mostly shallow neritic environments. Oceanic influence is very low or entirely lacks.

In the fauna of the middle Eocene Piney Point Formation (Virginia) well known cosmoplite genera like *Striatolamia*, *Carcharias* and *Galeocerdo* dominate the selachian association (larger-sized group). Among the micromorph teeth genera were observed hitherto only known from the E Atlantic Eocene (*Eostegostoma*, *Mustelus*, *Triakis*, *Coupagezia*). In the teleostean associations five groups are most essential: Congridae, Ophidiidae (especially extinct Sirembini), Pomadasyidae (group with elongate otoliths), Lactariidae and ancestral Sciaenidae. The middle Eocene fauna shows remarkable relationships to W European faunas of this age (sometimes down to species level) belongs to the western Tethys warm water province. Only ancestral Sciaenidae are interpreted as endemic western Atlantic group. Descendants of this ancestral group started their spread later in the Oligocene.

Caused by a depositional hiatus in the time span of late Eocene to early Oligocene no faunas of this age are available from the Atlantic Coastal Plain. The sequence of the Coastal Plains continues with the late Oligocene Old Church Formation (Virginia). Otoliths and numerous selachian teeth were collected in this unit, some sharks teeth also in the River Bend Formation of N. Carolina. The late Oligocene selachians indicate close relations to European faunas of about this age. Only one species of the larger ones is attributed as endemic to the W

Atlantic realm: *Galeocерdo contortus*. Among the teleosteans Sciaenidae (*Umbrina*-species) are the most essential group. Their otolith morphology is very close to earliest European species and demonstrates the same origin. Furthermore the first occurrence of Gadidae (*Phycis*, hitherto known from Europe only) is of special interest, and some Sparidae and Serranidae complete the association. The late Oligocene faunas indicate a very sharp change in the fish faunas. Many of the typical Eocene groups of Tethys origin became extinct and were replaced by Atlantical faunal elements (partly cool preferent like *Cetorhinus* und *Phycis*).

In the earliest Miocene (Aquitanian) tropical conditions came back to the middle Coastal Plains for the last time, as demonstrated in the fauna of the Belgrade Formation (N. Carolina). This fauna nearly entirely consists of modern Sciaenidae of Caribbean aspect (*Ctenosciaena*, *Aplodinotus* etc.), associated with warm water selachians (*Ginglymostoma*, *Pristis*, *Rhynchobatus* etc.). The occurrence of the modern Sciaenidae gives a good example for the fast evolution of this group and their rise to one of the most important groups of western Atlantic shallow neritic faunas.

Up to the uppermost lower Miocene (Calvert/Pungo River Formation) a new change in the composition of faunas could be observed. For the first time numerous Gadidae occur in the Calvert Formation of Maryland while tropical taxa significant rarer. Faunal mixtures of cool and warm preferent taxa indicate a stronger climatical zonation and seasonal migrations of fishes like the present situation along the Atlantic coasts of the USA. Contemporary to the southward directed migration of boreal Gadidae some temperated Sciaenidae (partly pure fossil groups) became very important. Last migrations to Europe (*Genyonemus*, *Cynoscion*) are concluded for this time.

Faunas of the late middle Miocene St. Marys Formation of Maryland (especially Little Cove Point Member) indicate a strong cooling at this time. In this fauna Gadidae of North Sea Basin aspect dominate the associations. By the way the oldest known species of larger Gadinae (*Gadus*, *Melanogrammus*) were found in the St. Marys Formation. The drop down of temperatures in the northern N Atlantic established a thermal barrier for transatlantical migrations of neritic and warm preferent fishes. Since middle Miocene transatlantical migrations of this group have not been observed. In the northern N Atlantic boreal Gadidae became dominant, while warm temperated to tropical neritic faunas of both sides of the Atlantic Ocean took more independent ways of development.

In the Miocene to Pliocene faunas successive typical and essential western Atlantic groups occur (modern Ophidiidae, diverse Sciaenidae, Pleuronectiformes etc.). In the Pliocene the formation of western Atlantic faunas was finished. Different compositions of distinct associations reflect different facies and paleoclimatical developments in the investigated area. In summary the faunas mirror a general rise of temperatures from the minimum in the late middle Miocene St. Marys Formation to a maximum in the early Pliocene Yorktown Formation. Within the late Pliocene cooling some pelagical selachians (*Carcharocles* and *Hemipristis*) became extinct, also some typical Neogene teleosteans (some Sciaenidae like "genus aff. *Pachyurus*", "genus aff. *Cynoscion*" etc.). This extinction correlates with extinctions in other groups like molluscs (e.g. *Ecphora* and *Chesapecten*). No Gobiidae have been recorded in the fossil faunas up to early Pliocene. Therefore this group marks the last immigration event in shallow neritic fish faunas of the US Atlantic coast.

The acceleration in evolution of Sciaenidae from ancestral Eocene taxa showing percoid otolith morphology to modern genera could be demonstrated in nearly complete otolith sequences from the Eocene to the present time. Even among the middle Eocene Sciaenids the development of otolith morphology from the percoid type to the *Umbrina*-type has been recognized. While the ancestral Sciaenidae died out in the late Eocene to the early Oligocene the *Umbrina/Sciaena* group (most plesiomorph otolith morphology among living genera) became the ancestral group of modern Sciaenidae. From this group modern Sciaenidae originate splitted off in a fast radiation since late Oligocene. Results based on fossil otoliths prove the monophyly of this family as concluded by ichthyologists working on present faunas.

Changes in the composition of faunas and accelerated evolution of several groups with short living species allow a biostratigraphical zonation of Atlantic Coastal Plain Tertiary. In this area of shallow neritic sedimentation during Tertiary times often it is hard to find stratigraphical significant index fossils (planctic foraminifers and nannoplankton). Therefore otoliths may be taken as useful tools in biostratigraphy. All investigated formations and in several cases also members can be subdivided by the use of otoliths. A biostratigraphical zonation based on fish faunas has been established in this paper.

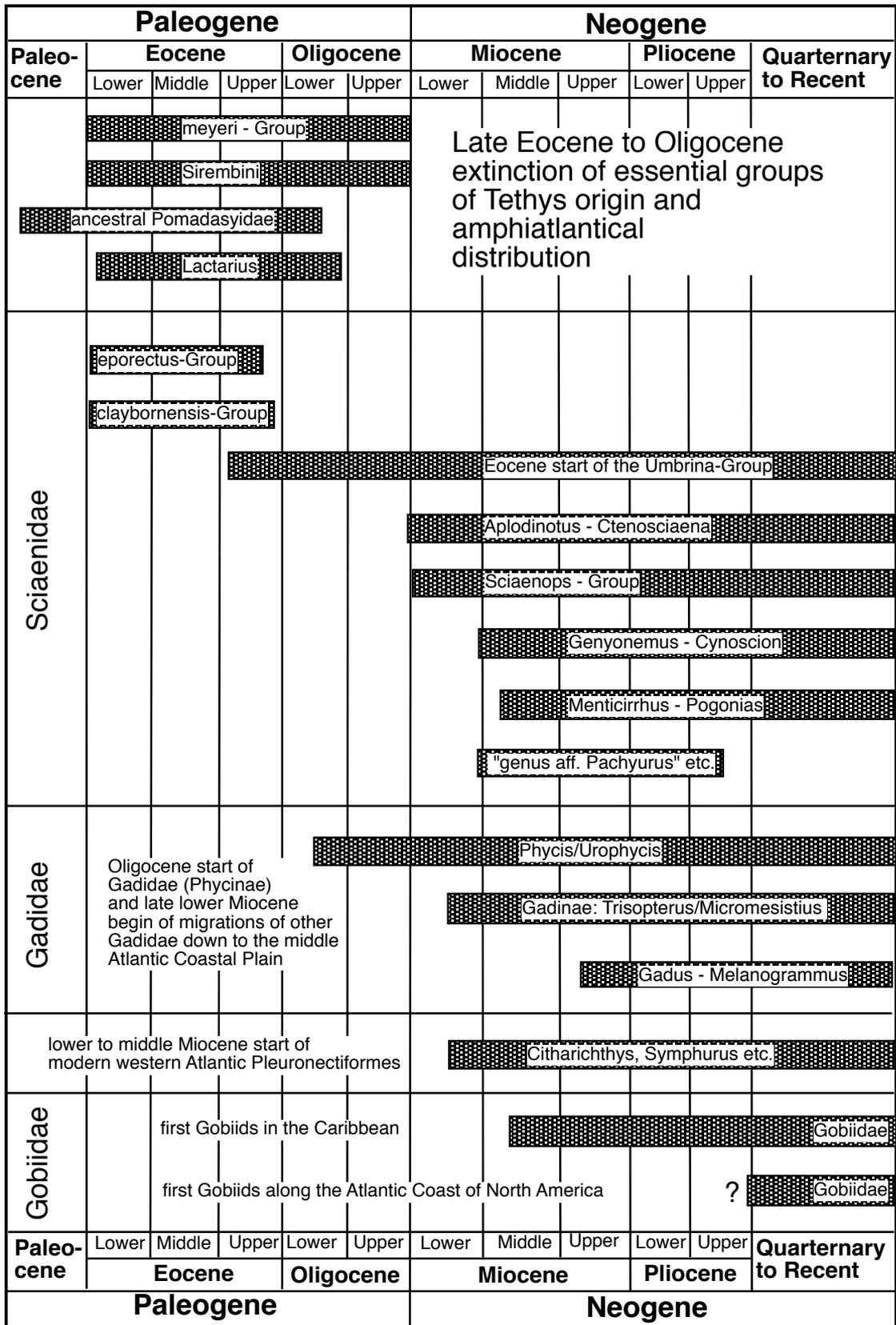


Abb. 68: Wichtige faunistische Ereignisse in tertiären neritischen Fischfaunen im nordwestatlantischen Raum.

Fig. 68: Major faunal events in Tertiary neritic fish faunas in the northwestern Atlantic realm..

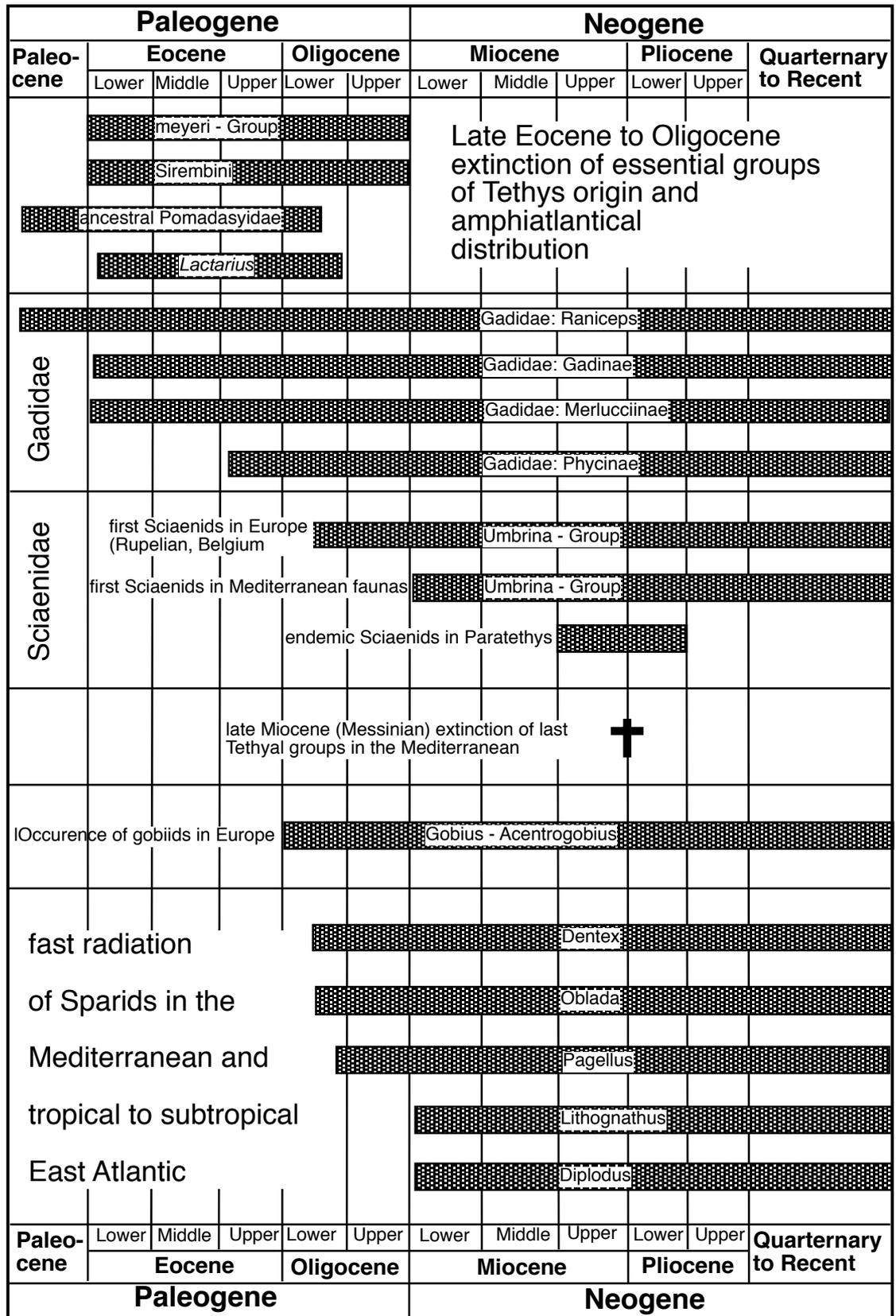


Abb. 69: Wichtige faunistische Ereignisse in tertiären neritischen Fischfaunen im nordostatlantischen Raum.

Fig. 69: Major faunal events in Tertiary neritic fish faunas in the northeastern Atlantic realm.

## Literatur

- Neben der direkt zitierten Literatur sind nachfolgend auch die wichtigsten Quellen für die Tabellen angeführt.
- ABBOT, W.H. & ERNISSE, J.J. (1983): Biostratigraphy and Paleocology of a Diatomaceous Clay Unit in the Miocene Pungo River Formation of Beaufort County, North Carolina.- *Smiths. Contrib. Paleobiol.*, **53** (Geology and Paleontology of the Lee Creek Mine, North Carolina. I): 287-228, 5 Fig.
- AGASSIZ, L. (1833-1843): *Recherches sur les Poissons fossiles*, 3: viii + 1-390, 32 Taf.; Neuchatel und Sol-eure.
- AKERS, W.H. (1972): Planctonic Foraminifera and Biostratigraphy of Some Neogene Formations, Northern Florida and Atlantic Coastal Plain.- *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, **9** (1-4): 1-139, Taf. 1-60.
- ANDREAE, A. (1892): Weitere Beiträge zur Kenntnis des Oligozäns im Elsass.- *Mitt. geol. L.-Anst. Els.-Lothr.*, **3**: 105-113; Straßburg.
- ANDREWS, R.O. (1976): Miocene Diatoms from the Choptank Formation, Calvert County, Maryland.- *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, **910**: III + 26 S., 2 Fig., 1 Tab., 7 Taf.
- (1988): A Revised Marine Diatom Zonation for Miocene Strata of the Southeastern United States.- *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, **1481**: III + 29 S., 3 Fig., 8 Taf.
- ANDREWS, S.M., GARDINER, B.G., MILES, R.S. & PATTERSON, C. (1967): Pisces.- In: HARLAND, W.B., HOLLAND, C.H., HOUSE, M.R., HUGHES, N.F., REYNOLDS, A.B., RUDWICK, M.J.S., SATERTHWAITE, G.E., TARLO, L.B.H. & WILLEY, E.C. (Eds.): *The Fossil Record, a Symposium with Documentation*; London (Geol. Soc. London): 637-683.
- ANFOSSI, G. & MOSNA, S. (1969a): Otoliti del bacino Terziario Ligure-Piemontese (Tortoniano e Miocene Superiore).- *Atti Ist. geol. Univ. Pavia*, **20**: 23-49, 2 Abb., 5 Taf.; Pavia.
- & -- (1969b): Ulteriore contributi allo studio degli otoliti del bacino Terziario Ligure-Piemontese.- *Atti Ist. geol. Univ. Pavia*, **20**: 57-66, 2 Taf.; Pavia.
- & -- (1971): Alcuni otoliti del Miocene Medio-Superiore Tortonese.- *Atti Ist. geol. Univ. Pavia*, **21**: 138-148, 4 Taf.; Pavia.
- & -- (1972): Otoliti del Pliocene Inferiore di Lugagnano (Piacenza).- *Atti Ist. geol. Univ. Pavia*, **23**: 90-118, 2 Abb., 7 Taf.; Pavia.
- & -- (1976): Otoliti del Pliocene Inferiore delle Liguria occidentale.- *Atti Ist. geol. Univ. Pavia*, **26**: 15-29, 3 Taf.; Pavia.
- & -- (1979): La fauna ittologica die Monteu Roero (Alba, Italia NW), otoliti.- *Atti Ist. geol. Univ. Pavia*, **27**: 111-132, 4 Taf.; Pavia.
- ANTUNES, M.T. (1964): O Neocretacio e o Cenozoico do litoral de Angola.- *Junta de Investigações do Ultramar*: 255 S., 27 Taf.; Lissabon.
- (1969): Sur *Lamna cattica* ssp. *totuserrata*. Un cas de distribution antiequatoriale.- *Revist. Fac. Sci. Lisboa*, 2. ser., **C**, **16**(1): 37-62, Taf. 1-6; Lissabon.
- & JONET, S. (1970): Requins de l'Helvetien superieur et du Tortonien de Lisbonne.- *Revista Fac. Sci. Lisboa*, 2. ser., **C**, **16**(1): 119-280, Taf. 1-20; Lissabon.
- ARAMBOURG, C. (1952): Les Vertebres des Phosphates (Maroc-Algerie-Tunisie).- *Serv. Geol. Maroc., Notes et Mem.*, **92**: 1-372, 62 Fig. 44 Taf.; Rabat.
- & JOLEAUD, L. (1943): Vertebres fossiles du Bassin du Niger.- *Bull. Direction des Mines*, **7**: 27-74, 10 Abb., 5 Taf.; Dakar (Gouvernement general de l'Afrique Occidentale Francaise).
- ARLDT, TH. (1924): Zur Ausbreitungsgeschichte der Fische, besonders der Fische der kontinentalen Gewässer.- *Arch. Hydrobiol.*, **14**: 478-522, 673-719; Stuttgart.
- ASHBY, W.L. (1986): Fossils of the Calvert Cliffs.- *Calvert Marine Museum Press*: 19 S., zahlr. Abb.; Solomons (Md.).
- BANARESCU, P. & BOSCAIU, N. (1978): Biogeographie, Fauna und Flora der Erde und ihre geschichtliche Entwicklung: 392 S., zahlr. Abb.; Jena (G. Fischer Verlag).
- BARRON, E.J., HARRISON, C.G.A., SLOAN, J.L. & W.W.HAY (1981): Paleogeography, 180 million years ago to the present.- *Ecl. geol. Helv.*, **74** (2): 1 Abb., 3 Tab., 9 Taf.; Basel.
- BENDIX-ALMGREN, S.E. (1969): Notes on the Upper Cretaceous and Lower Tertiary fish faunas of northern West Greenland.- *Medd. Dansk. Geol. Forenig.*, **19**(2): 204-217.
- BENEDEN, P.-J. van (1871): Recherches sur quelques poissons fossiles de Belgique.- *Bull. Acad. Sci. etc. Belgique*, **31** (2): 493-517, 4 Taf.; Bruxelles.
- van (1873): Sur un nouveau poisson du terrain bruxellois.- *Bull. Acad. Sci. etc. Belgique*, **35** (2): 207-211, 1 Taf.; Bruxelles.
- BEN-TUVIA, A. (1963): Systematics and ecology of Indo-Pacific fishes recently established in the eastern Mediterranean.- *Roc. XVI. Congr. Zool.*, **1**: 115; Washington.
- BERRY, E.W. (1917): A Sail Fish from the Virginia Miocene.- *Amer. J. Sci.*, **43** (4): 461-464, 2 Abb.; New Haven (Conn.).
- BIGELOW, H.B. & SCHROEDER, W.C. (1948): Fishes of the Western North Atlantic. I. Lancelets, Cyclostomes, Sharks.- *Mem. Sears Found. mar. Res.*, **1**: I-XVII, 1-576, 106 Fig.; New Haven (Conn.).
- & -- (1953): Fishes of the Western North Atlantic. II. Sawfishes, Guitarfishes, Skates and Rays.- *ibidem*, **1**: I-XV, 1-588, 127 Fig.; New Haven (Conn.).
- BLACKWELDER, B.W. (1981): Late Cenozoic Marine Deposition in the United States Atlantic Coastal Plain Related to Tectonism and Global Climate.- *Paleogeogr., Paleoclim., Paleoecol.*, **34**: 87-114.
- (1981): Late Cenozoic Stages and Molluscan Zones of the U.S. Middle Atlantic Coastal Plain.- *Paleontol. Soc. Memoir*, **12**: 34 S., 9 Fig., 1 Tab., 10 Taf.
- & L.W. WARD (1976): Stratigraphy of the Chesapeake Group of Maryland and Virginia. (Guidebook 7b: Northeast-Southeast Sections Joint Meeting 1976): 55 S., 15 Fig., 3 Taf.; Arlington (Virginia): Geol. Soc. of America.
- BLOT, J. (1980): La faune ichthyologique des gisements du Monte Bolca (Province de Verona, Italie).- *Bull. Mus. nan. Hist. nat. Paris*, (4) **2**/1980/C/4: 339-396, 10 Taf.; Paris.

- BOR, T.J. (1985): Elasmobranch teeth (Vertebrata Pisces) from the Dongen Formation (Eocene) in the Netherlands.- Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **22** (2): 73-122, 8 Abb., 8 Taf.; Leiden.
- BOSCH, M. VAN DEN (1984): Oligocene to Recent Cetorhinidae (Vertebrata, Basking sharks); problematic finds of teeth, dermal scales and gill-rakers.- Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **21**(4): 205-232, 140 Fig., 3 Taf.; Leiden.
- BRODEUR, R.D. (1979): Guide to otoliths of some Northwest Atlantic fishes.- Natn. Mar. Fisheries Service, North East Fisheries Center, Woods Hole Lab., Lab. Ref. No. 79-36: 70S., zahlr. Abb.; Woods Hole (Mass.).
- BRZOBOHATY, R. (1978): Die Otolithen-Zonen in der zentralen Paratethys und ihre Beziehungen zum nordwesteuropäischen Gebiet.- Mededel. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **15** (4): 137-140, 1 Tab.; Rotterdam.
- CADENAT, J. (1960): Notes d'Ichthyologie ouest Africaine. XXIX. Les Mobulidae de la cote occidentale d'Afrique.- Bull. de l'I.F.A.N., **22** (3): 1053-1084, 24 Taf.
- CAMPBELL, R.B. (1929): Fish otoliths, their occurrence and value as stratigraphic markers.- J. Paleont., **3**: 254-279, 2 Abb., 3 Taf.; Austin (Texas).
- CAPPETTA, H. (1970): Les selaciens du Miocene de la region de Montpellier.- Palaeovertebrata, Mem. extraord.: 1-139, 22 Fig., 19 Tab., 27 Taf.; Montpellier.
- (1972): Les poissons cretaces et tertiaires du Bassin des lullemeden (Republique du Niger).- Paleovertebrata, **6**(5): 179-251, 10 fig., 13 Taf.; Montpellier.
- (1973): Selaciens du Burdigalien de Lespignan.- Geobios, **6**(3): 211-223, 3 Fig., Taf. 11-12; Lyon.
- (1975a): Les selaciens du Miocenes du midi de la France. Repartitions stratigraphique et bathymetrique.- 3 memo Reunion ann. Sci. Terre, Montpellier: 90; Montpellier.
- (1975b): Les selaciens Eocenes du Monte Bolca. I. Les Carcharhinidae.- Studi e Ric. sui Giacimenti terz. di Bolca, **2**: 279-306.
- (1980C): Modification du statut generique de quelques especes de selaciens Cretaces et Tertiaires.- Paleovertebrata, **10**(1): 29-42, 6 Fig.; Montpellier.
- (1981a): Additions a la faune de selaciens fossiles du Maroc. 1: Sur la presence des genres *Heptranchias*, *Alopias* et *Odontorhynchus* dans l'Ypresien des Ouled Abdoun.- Geobios, **14**(5): 563-575, 3 Fig., 11 Taf.; Lyon.
- (1983): Additions a la faune de selaciens fossiles du Maroc. 2: Revision de *Raja praealba* ARAMBOURG, 1952, espece de l'Ypresien des Ouled Abdoun.- Tertiary Res., **5**(1): 1-8, 2 Taf.; Leiden.
- (1984): Decouverte du genre *Gymnura* (Batomorphii, Myliobatiformes) dans le Thanetien des Ouled Abdoun, Maroc. Observations sur la denture de quelques especes actuelles.- Geobios, **17**(5): 631-635, 1 Taf.; Lyon.
- (1985): Sur une nouvelle espece de *Burnhamia* (Batomorphii, Mobulidae) dans l'Ypresien des Ouled Abdoun, Maroc.- Tert. Res., **7** (1): 27-33.
- (1986): Un nouveau genre de Selaciens (Batomorphii, Myliobatiformes) de l'Ypresien des Ouled Abdoun, Maroc.- Geobios, **19**(5): 635-640, 1 Taf.; Lyon.
- (1987): Handbook of Paleoichthyology. Chondrichthyes II: Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii.- 193 S., 148 Fig.; Stuttgart und New York (G. Fischer Verlag).
- & NOLF, D. (1981): Les selaciens de l'Auvergnien de Ronquerolles (Eocene superieur du Bassin de Paris).- Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **18** (3): 87-107, 1 Tab., 3 Taf., Rotterdam.
- CASE, G.R. (1975): Shark s teeth.- Outdoors in Georgia, **4** (3): 5-10.
- (1980): A Selachian fauna from the Trent Formation, Lower Miocene (Aquitanian) of Eastern North Carolina.- Palaeontographica, A **171**: 75-103; 6 Abb., 4 Tab., 4 Taf.; Stuttgart.
- (1981): Late Eocene Selachians from South Central Georgia.- Palaeontographica, A **176**: 52-79; 9 Abb., 3 Tab., 9 Taf.; Stuttgart.
- & CAPPETTA, H. (1991): The Eocene Selachian fauna from the Fayum Depression in Egypt.- Palaeontographica, **212**: 1-30, 1 Abb., 3 Tab., 9 Taf.; Stuttgart.
- CASIER, E. (1946): La fauna ichthyologique de l'Ypresien de la Belgique.- Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg., **104**: 267 S., 6 Taf.; Brüssel.
- (1949): Contribution a l'etude des poissons fossiles de la Belgique. VIII. Les pristides eocenes.- Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg., **25** (10); Brüssel.
- (1954): Essai de paleobiogeographie des Euselachii.- Vol Jub. V. van Straelen, **2**: 575-640; Brüssel.
- (1957): Les faunes ichthyologiques du Cretace et du Ceozoique de l'Angola et de l'enclave de Cabinda. Leurs affinites paleobiogeographiques.- Comunic. dos serv. Geol Portugal, **38**: 269-290; Lisboa.
- (1958): Contribution a l'etude des Poissons fossiles des Antilles.- Mem. Suisse Paleont., **74**: 95 S., 7 Abb., 9 Tab., 3 Taf.; Basel.
- (1960): Notes sur la Collection des Poissons Paleocenes et Eocenes de l'Enclave de Cabinda (Congo) recueillis par J. Bequaert au cours de sa mission en 1913.- Ann. Mus. roy. Congo Belge Tervuren, A: Mineral. geol. Paleont., (3) 1/2: 47 S., 7 Abb., Taf. 1-2; Tervuren.
- (1966a): Faune Ichthyologique du London Clay.- Mit einem Appendix von STINTON, F.C.: Otolithes des Poissons du London Clay.- 496 S., 82 Abb. + Atlas: 68 Taf.- London (Trustees Brit. Mus., Nat. Hist.); London.
- (1966b): Le Landénien de Dormaal (Brabant) et sa faune ichthyologique.- Mém. Inst. Roy. Hist. Nat. Belg., **156**: 1-66; Brüssel.
- CEUSTER, J. de (1976): Stratigrafische interpretatie van jongceozoische afzettingen bij Rumst (Belgie, Provincie Antwerpen) en beschrijving van de in een post-Mioceen basisgrind aangetroffen visfauna. II. Systematische beschrijvingen en conclusies.- Meded. Werkgr. Tert. Quart. Geol., **13** (4): 119-172; Leiden.
- CHAINE, J. (1935): Recherches sur les otolithes des poissons. Etude descriptive et comparative de la sagitta des Teleosteens.- Act. Soc. Linn., **87** : 5-242; Bordeaux.
- (1936): Recherches sur les otolithes des poissons. Etude descriptive et comparative de la sagitta des Teleosteens.- Act. Soc. Linn., **88** : 1-246; Bordeaux.

- (1937): Recherches sur les otolithes des poissons . Etude descriptive et comparative de la sagitta des Teleosteens.- Act. Soc. Linn., **89** : 5-252; Bordeaux.
- (1938): Recherches sur les otolithes des poissons . Etude descriptive et comparative de la sagitta des Teleosteens.- Act. Soc. Linn., **90** : 5-258; Bordeaux.
- (1945): Recherches sur les otolithes des poissons . Etude descriptive et comparative de la sagitta des Teleosteens.- Act. Soc. Linn., **92** : 3-135; Bordeaux.
- (1956): Recherches sur les otolithes des poissons . Etude descriptive et comparative de la sagitta des Teleosteens.- Bull. Centre Etud. Rech. Sci. Biarritz, **1** (2): 157-275; Biarritz.
- (1956): Recherches sur les otolithes des poissons . Etude descriptive et comparative de la sagitta des Teleosteens.- Bull. Centre Etud. Rech. Sci. Biarritz, **1** (4): 436-557; Biarritz.
- (1958): Recherches sur les otolithes des poissons . Etude descriptive et comparative de la sagitta des Teleosteens.- Bull. Centre Etud. Rech., Sci. Biarritz, **2** (2): 149-233; Biarritz.
- & DUVERGIER, J. (1928): Sur les otolithes fossiles de la Polone.- Rocznik polsk. tow. geol., **5**: 190-204, 1 Taf.; Krakau.
- & -- (1934): Recherches sur les otolithes des poissons. Etude descriptive et comparative de la sagitta des Teleosteens.- Act. Soc. Linn., **86** : 1-254; Bordeaux.
- CHAO, L.N. (1978): A Basis for classifying Western Atlantic Sciaenidae (Teleostei: Perciformes) - NOAA Tech. Rep., NMFS Circ., 415: 1-64, 64 Fig.
- & R.V. MILLER (1975) Two new species of sciaenid fishes (tribe: Sciaenini) from the Caribbean Sea and adjacent waters.- Bull. marine Sci., **25**(2): 259-271, 10 Fig.
- CHU, Y., LO, Y. & H. WU (1963): A study on the classification of the Sciaenoid fishes of China, with description of new genera and species (in chinesisich).- Monogr. Fishes of China, Shanghai (Science and Technology Press); 1-100, Taf. 1-40. Übersetzt von L.N. CHAO 1972, Virginia Inst. Marine Sci., Translation series, 24: I-V, 1-91.
- CLOFNAM (Ed. HUREAU, J. & MONOD, T.) (1973): Check list of the fishes of the of the northeastern Atlantic and of the Mediterranean.- 683 S. Paris (UNESCO).
- COHEN, D.M. & NIELSEN, J.G. (1978): Guide to the Identification of genera of the Fish Order Ophidiiformes. With a Tentative Classification of the Order.- Nat. Oceanic and Atmospheric Adm. Techn. Rep., Nat. Marine Fisheries Circ., 417: 1-72.
- COMPAGNO, L.J.V. (1970) Interrelationships of living elasmobranchs.- Suppl. No. 1 Zool. J. Linnean Soc., **53** (1): 15-61, 5 Fig., 2 Taf.; London.
- (1977): Phyletic relationships of living sharks and rays.- Am. Zool., **17**: 303-322, 15 Fig.
- (1984): Sharks of the world.- FAO Fish. Synop., (125) 4 (1): VIII + 1-249, zahlr. Abb.; (125) 4 (2): X + 251-655, div. Abb.; Rom (Food and Agriculture Org. Un. Nat.).- (FAO Species Catalogue, 4).
- COOKE, C.W. (1936): Geology of the Coastal Plain of South Carolina.- U.S. Geol. Surv. Bull., **867**: 196 S., 2 Fig., 18 Taf.; Washington.
- & F.S. McNEIL (1952): Tertiary Stratigraphy of South Carolina.- U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, **243-B**: 19-29, 1 Fig.; Washington.
- COPE, E.D. (1869): Description of some Extinct Fishes previously unknown.- Proc. Boston Soc. Natural Hist., 12/1868-69: 310-317; Boston.
- (1871a): Fourth contribution to the history of the Fauna of the Miocene end Eocene periods of the United States.- Proc. Amewr. Philos. Soc. Philadelphia, **11**: 285-294; Philadelphia.
- (1890): A. Smith Woodward on Coelorhynchus Agassiz.- Amer. naturalist, 24: 165-166; Philadelphia. United States.- Proc. Amer. Philos. Soc. Philadelphia, **11**: 285-294; Philadelphia.
- CRONIN, T.M. & HAZEL, E.J. (1975): Ostracode Biostratigraphy of Pliocene and Pleistocene Deposits of the Cape Fear Arch Region, North and South Carolina.- U.S. Geol. Surv. Prof. Pap., **1125-A-D**: B1-B24.
- CURRAN, H.A & P.L. PARKER (1983): Observations on the Paleontology and Formation of the "Upper Shell" Unit, Lee Creek Mine.- Smiths. Contrib. to Paleobiol., **53** (Geology and Paleontology of the Lee Creek Mine, North Carolina I): 219-228, 5 Fig.
- CUSHMAN, J.A. & CEDERSTROM, D.J. (1945): An Upper Eocene foraminiferal fauna from deep wells in York County, Virginia.- Virginia Geol. Surv. Bul, 67: 1-58.
- DAIMERIES (1889): Notes ichthyologiques, 4: Ann. Soc. roy. malac. Belgique, Bull. Seances, **24**: 5-10, Bruxelles.
- DAMES, W. (1883): Über eine tertiäre Wirbeltierfauna von der westlichen Insel des Birket-el-Qurun im Fajum (Ägypten):- Sitz.-Ber. preuss. Akad. Wiss. Berlin., physik.-Mathem. Cl., **1883/6**: 129-153, Taf. 3; Berlin.
- DANILCHENKO, P.G. (1960): Kostistyje ryby majkopskich otloshenii Kavkaza.- Trudy Paleont. Inst. Akad. Nauk, **78**: 208 S., 32 Abb., 28 Taf.; Moskau.
- DANTE, I.H. (1953): Otoliths of a new fish from the Miocene of Maryland.- J. Paleont., 27: 877-879, Abb. 1-6.
- DARTEVILLE, E. & CASIER, E. (1943): Les Poissons fossiles du Bas-Congo et des regions voisines.- Ann. Mus.Congo Belge, Tervuren (Belgique), A: Mineral., Geol., Paleont., (3) 2/1: 1-200, 60 Abb., Taf. 1-16; Tervuren.
- & -- (1949): Les Poissons fossiles du Bas-Congo et des regions voisines (Deuxieme partie).- Ann. Mus.Congo Belge, Tervuren (Belgique), A: Mineral., Geol., Paleont., (3) 2/2: 201-200, Abb. 61-76, Taf. 17-22; Tervuren.
- & -- (1959): Les Poissons fossiles du Bas-Congo et des regions voisines (Troiseme partie).- Ann. Mus.Congo Belge, Tervuren (Belgique), A: Mineral., Geol., Paleont., (3) 2/3: 257-568, Abb. 77-98, Taf. 23-39; Tervuren.
- DELFORTRIE, E. (1873) Les broyers du Tertiaire aquitainien.- Acta Soc. Linn., **28**: 213-236, 4 Taf.; Bordeaux.
- DOV POR, F. (1978): Lessepsian migration, the influx of Red Sea biota into the Mediterranean by way of the Suez Canal.- Ecol. Stud., **23**: 228 S., 47 Abb., 10 Taf., 2 Kt.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- DuBAR, J.R.; DuBAR, S.S.; WARD, L.W. & BLACKWELDER, B.W. (1980): Cenozoic biostratigraphy of the Carolina outaer Coastal Plain.- Geol. Soc. Amer. Field Guide, Field Trip No. 9: 179-230, 18 Abb., 8

- Tab.
- & J.R. SOLLIDAY (1963): Stratigraphy of the Neogene Deposits, Lower Neuse Estuary, North Carolina.- Southeastern Geology, **4** (4): 213-233.
- EASTMAN, C.R. (1897): *Tamiobatis vetustus*, a new form of fossil skate.- Amer. J. Sci., ser. **4**, 9: 85-90.
- EASTMAN, CH. R. (1901): Pisces: S. 98-115, Taf. 12-14.- In: Eocene.- Baltimore (Maryland Geol. Surv.).
- EASTMAN, CH. R. (1904): Pisces: S. 71-93, 5 Taf. In: Miocene.- Baltimore (Maryland Geol. Surv.).
- (1906): Reports of the scientific results of the expedition to the eastern tropical Pacific in charge of Alexander Agassiz..., VII. Sharks teeth and cetacean bones.- Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll., vol. L, No. 4: 73-98.
- (1911): Catalog of Fossil Fishes in the Carnegie Mus. Part I: Fishes from the Upper Eocene of Monte Bolca.- Mem. Carnegie Mus., **4**/1906-1911/VII: 349-414, 5 Abb., Taf. 90-101; Pittsburgh.
- (1917): Fossil fishes in the Collection of the United States National Museum.- Proc. U.S. Nat. Mus., **52**/2177: 253-304, 9 Abb., 23 Taf.; Washington.
- EKMAN, S. (1967): Zoogeography of the sea.- 417 S., 121 Abb. London (SIDGEWICK & JACKSON).
- FITCH, J.E. & LAVENBERG, R.J. (1983): Fish Otoliths from Lee Creek Mine, Aurora, North Carolina (Yorktown Formation: Pliocene).- Smiths. Contrib. to Paleobiol., **53** (Geology and Paleontology of the Lee Creek Mine, North Carolina I): 509-529, 4 Fig.
- FREDERIKSEN, R.O. (1984): Stratigraphic, Paleoclimatic, and Paleobiogeographic Significance of Tertiary Sporomorphs from Massachusetts.- U.S. Geol. Surv. Prof. Pap., **1308**: III + 25 S., 8 Fig., 6 Tab., 4 Taf.
- (1988): Sporomorph Biostratigraphy, Floral Changes, and Paleoclimatology, Eocene and Earliest Oligocene of the Eastern Gulf Coast.- U.S. Geol. Surv. Prof. Pap., **1448**: IV + 68 S., 14 Fig., 6 Tab., 18 Taf.
- FRIZZELL, D (Otolith-based genera and lineages of fossil bonefishes (Clupeiformes, Albulidae).- Senck. leth., **46a**: 85-110, 3 Abb., 4 Taf.; Frankfurt/Main.
- & DANTE, I.H. (1965): Otoliths of some early Cenozoic fishes of the Gulf Coast.- J. Paleont., **39**: 687-718, 2 Abb., 3 Taf.
- & LAMBER, C.K. (1961): New genera and species of Myrripristid fishes in the Gulf Coast Cenozoic, known from otoliths (Pisces, Beryciformes).- Bull. Univ. Missouri School of Mines and Metall., Techn. ser., **100**: 1-25, 23 Abb.
- & -- (1962): Distinctive "Congrid type" fish otoliths from the Lower Tertiary of the Gulf Coast (Pisces: Anguilliformes).- Proceed. Calif. Acad. Sci., 4. ser., **32**: 87-101.
- FROST, E.A. (1933-34): Otoliths of fishes from the Lower Tertiary Formations of Southern England.- I. Iso-spondyli, Apodes, Berycomorphii.- Ann. Mag. natur. Hist., (10) **12**: 387-396, 1 Taf.; II. Percomorphi, ibidem, (10) **13**: 380-386, 1 Taf.; III. Percomorphi, Scleroparei.- ibidem, (10) **14**: 426-433, 1 Taf.; IV. Scleroparei, Percomorphi.- ibidem, (10) **14**: 442-446, 1 Taf.; London 1933, 1934a, 1934b, 1934c.
- GAEMERS, P.A.M. (1971): Bonefish-otoliths from the Anversian (Middle Miocene) of Antwerp.- Leidse geol. Meded., **46**: 237-267, 9 Taf.; Leiden.
- (1972): Otoliths from the type locality of the Sands of Berg (Middle Oligocene) at Berg, Belgium.- Mededel. Werkgr. Tert. Kwart. Geol. **9** (3/4): 73-85, 3 Taf.; Rotterdam.
- (1976a): New concepts in the evolution of the Gadidae (Vertebrata, Pisces), based on their otoliths.- Mededel. Werkgr. Tert. Kwart. Geol. **13** (1): 3-32, 1 Faltaf.; Rotterdam.
- (1976b): New Gadiform otoliths from the Tertiary of the North Sea Basin and a revision of some fossil and recent species.- Leidse Geol. Meded., **49**: 507-537, 2 Fig., Taf. 1-7. Leiden.
- (1978): A biozonation based on Gadidae otoliths for the north west younger Cenozoic, with a description of some new species and genera.- Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **15**(4): 141-161, 1 Taf.; Leiden.
- (1983): New otoliths from the Syltian (Late miocene) of the morsum Cliff, Island of Sylt (Federal Republic of Germany) and the Paleogeography of the North Sea Basin during and after Syltian.- Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **20** (2): 67-91, 2 Fig., 1 Tab.; Leiden.
- (1984): Fish otoliths from the Bassevelde Sands (Late Tongrian) of Ruisbroek; Belgium, and the stratigraphy of the Early Oligocene of Belgium.- Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **21** (1): 13-57, 6 Abb., 3 Tab., 4 Taf.; Leiden.
- (1985): Fish otoliths from the Rupelian of sand-pit Roelands at Heide-Boskant (municipality of Lubbek, Belgium) and the stratigraphy of the early Rupelian. - Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **22** (4): 155-172, 4 Abb., 1 Taf.; Rotterdam.
- (1987): A revision of the Gadidae otoliths (Pisces) of the Redonian of the Ligerian Gulf (NW-France) and the stratigraphic position of the Redonian.- Tertiary Res., **8**(4): 105-125, 1 Textfig., 1 Tab., 6 Taf.
- & SCHWARZHANS, W. (1973): Fisch-otolithen aus dem Pliozän von Antwerpen (Belgien) und Ouwerkerk (Niederlande) und aus dem Plio-Pleistozän der Westerschelde (Niederlande).- Leidse Geol. Meded., **49**(2): 207-257, 2 Fig., Taf. 1-10.
- & -- (1982): Fisch-Otolithen aus der Typus-Lokalität der obermiozänen Sylt-Stufe (Morsum-Kliff, Insel Sylt, Nordwestdeutschland).- Leidse Geol. Meded., **52**(2): 119-177, 3 Fig., 3 Tab., 10 Taf.; Leiden.
- GARDNER, J.A. (1944): Mollusca from the Miocene and Lower Pliocene of Virginia and North Carolina, Part 1: Pelecypoda.- U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, **199-A**: 178 S., 23 Taf.
- (1948): Mollusca from the Miocene and Lower Pliocene of Virginia and North Carolina, Part 2: Scaphopoda and Gastropoda.- U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, **199-B**: 179-310, Taf. 24-38.
- GERNANT, R.E. (1970): Paleoecology of the Choptank Formation (Miocene) of Maryland and Virginia.- Maryland Geol. Surv. Rep. of Investig., 12: 90 S.
- (1971): Brief stratigraphic considerations und Invertebrate Biofacies and Environments. In: GERNANT, R.E.; GIBSON, T.G. & WHITMORE, F.C.: Environmental History of Maryland Miocene- Maryland Geol. Surv. Guidebook, 3: 16-30, 4 Abb., 1 Tab; Baltimore.
- , GIBSON, T.G. & WHITMORE, F.C.: Environmental History of Maryland Miocene- Maryland Geol. Surv. Guidebook, 3: 16-30, 4 Abb., 1 Tab; Baltimore.

- GIBBES, R.W. (1849): Monograph of the fossil Squalidae of the United States.- J. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, 2. ser., 1(3), art. 14: 191-206, Taf. 25-27.
- GIBSON, T.G. (1967): Stratigraphy and Paleoenvironment of the Phosphate Miocene Strata of North Carolina.- Geol. Soc. of America Bull., **78**: 631-650.
- (1970): Late Mesozoic-Cenozoic Tectonic Aspects of the Atlantic Coastal Margins.- Geol. Soc. Am. Bull., **81**: 1813-1822.
- (1971): Miocene of the Middle Atlantic Coastal Plain.- Maryland Geol. Surv. Guidebook, **3**: 1-15.
- (1983a): Stratigraphy of Miocene through Lower Pleistocene Strata of the United States Central Atlantic Coastal Plain.- Smiths. Contrib. to Paleobiol., **53** (Geology and Paleontology of the Lee Creek Mine, North Carolina I): 35-80, 37 Fig.
- GIBSON, T. G. (1983b): Key Foraminifera from Upper Oligocene to Lower Pleistocene Strata of the Central Atlantic Coastal Plain.- Smiths. Contrib. to Paleobiol., **53** (Geology and Paleontology of the Lee Creek Mine, North Carolina I): 355-453, 2 Fig., 22 Taf.
- (1987): Miocene and Pliocene Pectinidae (Bivalvia) from the Lee Creek Mine and Adjacent Areas.- Smiths. Contrib. to Paleobiol., **61** (Geology and Paleontology of the Lee Creek Mine, North Carolina II): 31-112, 25 Fig., 19 Tab., 31 Taf.
- GILBERT, C. R. (1966): Western Atlantic Sciaenid fishes of the genus *Umbrina*.- Bull. Marine. Sci., **16**(2): 230-258, 5 Fig.
- GLASER, J.D. (1979/1986): Collecting Fossils in Maryland.- Maryland Geol. Surv. Educ. ser., No. 4: 77 S., 49 Abb.; Baltimore (1986 revidierte Neuauflage).
- GLYKMAN, L.S. (1964): Akuly paleogena i ikh stratigraficheskoe znakhnenie.- Public. Ac. Sci. UdSSR (in russ.): 229 S., 75 Fig., 31 Taf.; Moskau.
- GREENWOOD, P.H. ROSEN, D.E. WEITZMAN, S.H. & MYERS, G.S. (1966): Phyletic studies of teleostean fishes with a provisional classification of living forms.- Bull. Am. Mus. Nat. Hist., **131**: 339-456, New York.
- HAY, O.P. (1902): Bibliography and Catalogue of the Fossil Vertebrata of North America.- Bull. U.S. Geol. Surv., **179**: 868 S.; Washington.
- HAY, O.P. (1929): Second Bibliography and Catalogue of the fossil Vertebrata of North America.- Vol. I: 916 S.; Washington (Carnegie Inst.).
- HAZEL, J.E. (1971): Paleoclimatology of the Yorktown Formation (Upper Miocene and Lower Pliocene) of Virginia and North Carolina.- Bull. Centre du Rech. de Pau (France). Soc. Nat. de Petr. d'Aquitaine, **5** (suppl.): 361-375; Pau.
- (1983): Age and Correlation of the Yorktown (Pliocene) and Croatan (Pliocene and Pleistocene) Formations at the Lee Creek Mine.- Smiths. Contrib. to Paleobiol., **53** (Geology and Paleontology of the Lee Creek Mine, North Carolina I): 81-199, 4 Fig., 38 Taf.
- HERMAN, J. (1977a): Les selaciens des terrains neocretaces et paleocenes de Belgique et de contrees limitrophes. Elements d'une biostratigraphie intercontinentale.- Mem. Expl. Cartes geol. et min. de la Belgique, **15**: 450 s., 25 Abb., 21 Taf.; Bruxelles.
- (1977b): Reflexion sur la systematique des Galeoidea et sur les affinites du genre *Cetorhinus* a l'occasion de la decouverte
- d'elements de la denture d'un exemplaire fossile dans les Sables du Kattendijk a Kallo (Pliocene inferieur, Belgique).- Ann. Soc. Geol. Belgique, **102**: 337-377, 5 Fig., 3 Taf.
- (1982): Additions to the fauna of Belgium. 6. The Belgian Eocene Squalidae.- Tert. Res., **4**(1): 1-6.
- & CROCHARD, M. (1977): Additions to the Eocene fish fauna of Belgium. Revision of the Orectolobiformes.- Tertiary Res., **1** (4): 127-138, 5 Fig., 2 Taf.; London.
- HOVESTADT-EULER, M. & HOVESTADT, D.C. (1988): Contributions to the study of the comparative morphology of teeth and other relevant ichthyodolulites in living supraspecific taxa of Chondrichthyan fishes (ed. M. STEHMANN). Part A: Selachii. No. 2a: Order: Carcharhiniformes - Family: Triakidae.- Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belgique, Biologie, **58**: 99-126, 17 Taf.; Bruxelles.
- HINSBERGH, V.W.M. VAN (1980): Fish otoliths from euryhaline Oligocene deposits in Belgium (Atuatua Formation) and the Netherlands (Goudsberg Deposits) and their paleoecological importance.- Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **17** (3): 199-223, 2 Taf.; Leiden.
- HOCHT, F. VON DER (1978) Verbreitung von Chondrichthyes-Arten (Vertebrata, Pisce) im Rupelium des Mainzer Beckens und im Chattium von Norddeutschland.- Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **15** (4): 163-165, 1 Tab.; Rotterdam.
- HOFFSTETTER, R. (1968): Un gisement de vertebres tertiaires a Sacaco (Sud-Perou), temoin neogene d'une migration de faunes australes au long de cote occidentale sud-americaine.- C.R. Acad. Sci. Paris, **267**/Ser. D: 1273-1276; Paris.
- HUREAU, J. C. & MONOD, Th. (Eds.) (1979): Clofnam - Check-list of the fishes of the north-eastern Atlantic and of the Mediterranean.- Vol. I: 683 S.; Paris (UNESCO).
- HUSSAKOF, L. (1908): Catalogue of the Type and Figured Specimens of Fossil Vertebrates in the American Museum of Natural History. Part 1: Fishes.- Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., **25**: 103 S., 49 Abb., 6 Taf., 1 Tab.; New York.
- HUYGHEBAERT, B. & NOLF, D. (1979): Otolithes des Teleosteens et biostratigraphie des Sables de Zonderschot (Miocene Moyen) de la Belgique.- Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **16**(2): 59-110, 5 Fig., Taf. 1-16.
- JAEKEL, O. (1895): Untertertiäre Selachier aus Süd-Rußland.- Mem. Comité Geol. St. Petersburg, **9** (4): 19-35, Taf. 1-11.
- JONET, S. (1964): Notes d'Ichthyologie Miocene: 1 - Les Lamnidae.- Boll. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Cien., Lisboa 1963-1964, **10** (1): 29-44, 2 Taf.
- (1966): Notes d'Ichthyologie Miocene Portugaise: 5.- Quelques batoides.- Rev. Fac. Cien. Lisboa, 2. Ser., C, **15** (2): 233-258, 1 Taf.; Lissabon.
- (1966): Notes d'Ichthyologie Miocene: 1 - Les Carcharhinidae.- Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Cien. Lisboa, **10** (2): 65-88, 4 Taf.; Lisboa.
- JORDAN, D.S. (1905): A Guide to the study of Fishes.- Vol. 2: XXII + 599 S., 506 Abb.; New York (Henry Holt & Co.).

- & EVERMANN, B.W. (1896): The Fishes of North and Middle America. A descriptive Catalogue of the species of fish-like Vertebrates found in the Waters of North America, North of the Isthmus of Panama.-Part I: 1240 S, zahlr. Abb.- Bull. U.S. Nat. Mus., **47**; Washington.
- & GILBERT, C. H. (1883): Synopsis of the Fishes of North America.- Bull. U.S. Nat. Mus., **16**: 1018 S.; Washington.
- KELLUM, L.B. (1926): Paleontology and Stratigraphy of the Castle Hayne and Trend marls in North Carolina.- U.S. Geol. Surv. Prof. Pap., **143**: 56 S.
- KEMP, D.J. (1982): Fossil Sharks, Rays & Chimaeroids in the English Tertiary period.- 2. Aufl.: 47 S., 10 Abb., 3 Tab., 16 Taf.; Gosport (Gosport Mus.).
- KEYES; I.W. (1983): The Cenozoic sawshark *Pristiophorus lanceolatus* (DAVIS) (Order Selachii) of New Zealand and Australia, with a review of the phylogeny and distribution of world fossil and extant Pristiophoridae.- New Zealand J. Geol. Geophys., **25** (198 2): 459-474, 34 Abb.; Wellington.
- KOKEN, E. (1884): Über Fisch-Otolithen, insbesondere über diejenigen der nord-deutschen Oligocän-Ab lagerungen.- Z. dtsh. geol. Ges., **36** : 500-565, 12 Taf., Berlin.
- (1885): Otolithen. In: KOENEN, A. v.: Über eine palaeozäne Fauna von Kopenhagen.- Abh. kgl. Ges. Wissensch. Göttingen, **32**: 113-116, Taf. 5 Fig. 22-29; Göttingen.
- (1888): Neue Untersuchungen an teriären Fischotolithen.- Z. deutsch. geol. Ges., **40**: 274-305, 3 Taf.; Berlin.
- (1891): Neue Untersuchungen an tertiären Fisch-Otolithen. II.- Z. dtsh. geol. Ges., **43** : 77-153, 27 Abb., 10 Taf.; Berlin.
- KRUCKOW, T. (1957): Die stratigraphische und paläogeographische Bedeutung der miozänen Elasmobranchier-Fauna von Baja California, Mexico.- N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1957**: 444-449, 3 Tab.; Stuttgart.
- (1965): Die Elasmobranchier des tertiären Nordseebeckens im nordwestdeutschen Bereich.- Senck. leth., **46a**: (WELER-Festschrift): 215-256, 7 Tab.; Frankfurt/Main.
- (1983): Ambiatlantische Beziehungen der tertiären Elasmobranchier-Faunen.- Zbl. Geol. Paläont. Teil 1, **1983** (3-4): 213-222, 1 Abb.; Stuttgart.
- & D. THIES (1990): Die Neoselachier der Paläokaribik (Pisces: Elasmobranchii).- Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **119**: 1-102, 18 Abb., 3 Tab.; Frankfurt/Main.
- LANCKNEUS, J. & NOLF, D. (1979): Les otolithes des Teleosteens redoniens de Bretagne (Neogene de l'Ouest de la France).- Bull. Inst. geol. Bassin d'Aquitaine, **25**: 83-109, 2 Abb., 4 Taf.; Bordeaux.
- LEIDY, J. (1856): Description of Vertebrate remains chiefly from the Phosphate Beds of South Carolina.- J. Acad. Nat. Sci., ser. 2, **8**: 209-261; Philadelphia.
- (1856): Notice of remains of extinct vertebrate animals of New Jersey collected by Professor COOK, of the State Geological Survey, under the direction of Dr. W. KITCHELL.- Proc. Ac. Nat. Sci., **8**: 220-221; Philadelphia.
- (1856a): Description of two ichthyodulolithes.- Proc. Acad. Natural Sci., **8**: 11-12; Philadelphia.
- (1856b): Description of two ichthyodulolithes.- Amer. J. Sci. & Arts, **21** (2): 421-422; New Haven (Prof. B. Silliman), New York.
- (1856c): Indications of Twelve Species of Fossil Fishes.- Proc. Acad. natural Sci., **7**/1854, 1855: 395- 397; Philadelphia.
- (1856d): Indications of five Species, with two new genera, of extinct Fishes.- Proc. Acad. natural Sci., **7**/1854, 1855: 414; Philadelphia.
- (1857): Remarks on certain extinct species of Fishes.- Proc. Acad. natural Sci., **8**/1856: 301-302; Philadelphia.
- (1860): Description of vertebrate fossils.- 99-122, Taf. 15-28.- In: HOLMES, F.S. (1858-1860): Post-pleiocene fossils of South-Carolina.- XII + VI + 122 S., 28 Taf.; Charleston.
- LERICHE, M. (1905): Les poissons eocenes de la Belgique.- Mem. Mus. Hist. Nat. Belgique, **11**: 49-228, Abb. 9-64, Taf. 4-12; Bruxelles.
- (1908a): Note preliminaire sur les Poissons nouveaux de l'Oligocen belge.- Bull. Soc. Belge Geol., Paleont. & Hydrol., **22**/Proces-Verbaux: 378-384; Bruxelles.
- (1908b): Observations sur les squales neogenes de la Californie.- Ann. Soc. Geol. Nord, **37**: 302-306; Lille.
- (1910): Les poissons oligocenes de la Belgique.- Mem. Mus. Hist. Nat. Belgique, **20**: 229-363, Abb. 65-156, Taf. 13-27; Bruxelles.
- (1913): Les poissons Paleocenes de Landana (Congo). Les gisements de poissons paleocenes et eocenes de la cote occidentale d'Afrique.- Ann. Mus. Congo Belge, (3)1/1: 67-91, 6 Abb., Taf. 9-10; Bruxelles.
- (1926): Les poissons neogenes de la Belgique.- Mem. Mus. Hist. Nat. Belgique, **32**: 365-472, Abb. 157-228, Taf. 28-41; Bruxelles.
- (1936): Sur l'importance des Squales fossiles dans l'etablissement des Synchronismes de formations a grandes distances et sur la repartition stratigraphique et geographique de quelques especes tertiaires.- Mem. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg., 2. ser., fasc. **3**: 739-752; Bruxelles.
- (1938): Contribution a l'etude des poissons fossiles des pays riverains de la Mediterranee americaine (Venezuela, Trinite, Antilles, Mexique).- Mem. Soc. paleont. Suisse, **61**: 1-42, 8 Fig., 4 Taf.; Bale.
- (1942): Contribution a l'etude des faunes ichthyologiques marines de s terrains tertiaires de la plaine cotiere atlantique et du centre des Etats-Unis.- Mem. Soc. Geol. France, (N.S.) **45**: 111 S., 8 Abb., 8 Taf.; Paris.
- (1951): Les poissons Tertiaires de la Belgique (Supplement).- Inst. Sci. Nat. Belgique, Mem 118: 473-600, Taf. 52-57; Bruxelles.
- LONGBOTTOM, A (1979): Miocene sharks teeth from Ecuador.- Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. (Geol.), **32**: 57-70, 26 Abb., 3 Tab.; London.
- LYNN, W.G. & MELLAND, A.M. (1939): A fossil catfish (*Felichthys stauroforus*) from the Maryland Miocene.- J. Wash. Acad. Sci, 29 (1): 14-20, 3 Abb.; Washington.
- MALDE, H.E. (1959): Geology of the Charleston Phosphate Area, South Carolina.- U.S. Geol. Surv. Bull., **1079**: 105 S., 13 Fig., 5 Tab., 10 Taf.; Washington.

- MANSFIELD, Wendell C. (1936): Stratigraphic significance of Miocene, Pliocene, and Pleistocene Pectinidae in the Southeastern United States.- *J. Paleont.*, **1**: 168-192.
- MARSH, O.C. (1870): Notice of some New Tertiary and Cretaceous Fishes.- *Proc. Amer. Ass. Sci.*, **1869** (Salem-Meeting): 227-230.
- MARTINI, E. (1981): Sciaenidae (Pisces) aus dem Basisbereich der Hydrobienschichten des Oberrheingrabens, des Mainzer Beckens und des Hanauer Beckens.- *Senck. leth.*, **62** (2/6): 93-123, 5 Abb., 1 Tab., 4 Taf. Frankfurt/Main.
- (1983): Die Fischfauna von Langenau bei Ulm (Untermiozän, Ottmang-Stufe).- *Stuttg. Beitr. Naturkde.*, Ser. B, **91**: : 25 S., 13 Abb., 1 Tab., 3 Taf., Stuttgart.
- MENESINI, E. (1967): Ittiodontoliti pliocenici die Porto Granulo (Ortranto).- *Atti Soc. toscana Sci. nat.*, Ser. A, **74** (1): 221-231, 1 Taf.; Pisa.
- (1969): Ittiodontoliti miocenici die Terra d Otranto (Puglia).- *Palaeontogr. Ital.*, **65** (n. ser. 35): 1-61, 7 Taf.
- MILLER, B.L. (1912): The Tertiary formations. In: CLARK, W.B. et al.: The Coastal Plain of North Carolina.- *N. Carolina Geol. Econ. Surv. Bull.*, **3**: 171-258, zahlr. Abb.
- MIXON, R.B. et al. (1985): Stratigraphic and Geomorphic Framework of Uppermost Cenozoic Deposits in the Southern Delmarva Peninsula, Virginia.- *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, **1067-G**: II + 53 S., 26 Fig., Taf. 1-2.
- SZABO, B.J. & J.P. OWENS (1982): Uranium-Series Dating of Molluscs and Corals, an Age of Pleistocene Deposits, Chesapeake Bay Area, Virginia and Maryland.- *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, **1067-E**: III + 18 S., 10 Fig., 3 Tab..
- MOHAN, R.S.L. (1972): A synopsis of the Indian genera of the fishes of the family Sciaenidae.- *Indian J. Fish.*, **16** (1969): 82-98, 2 fig.
- MONGIN, D. (1959): Study of some American Miocene Lamellibranchs comparison with related European species.- *Bull. Amer. Paleont.*, **39** (180): 283-343; Ithaca (N.Y.).
- MÜLLER, A. (1983) Fauna und Palökologie des marinen Mitteloligozäns der Leipziger Tieflandsbucht (Böhleener Schichten).- *Altenburger naturwiss. Forsch.*, **2**: 152 S., 14 Abb., 3 Tab., 35 Taf. Altenburg.
- (1988): Eine Ichthyofauna aus dem Paläozän des Schachtes Sophia Jacoba 8 (Erkelenz, Niederrhein, Bundesrepublik Deutschland).- *Decheniana, Bh.*, **30**: 213-231, 3 Taf.; Bonn.
- (1996): Die Ichthyofauna des Oberoligozäns der Hessischen Senke (Raum Kassel, Bundesrepublik Deutschland).- *Leipziger Geowissenschaften*, **2**: 31-115. 13 Abb., 3 Tab., 10 Taf.; Leipzig.
- MURRAY, G.E. (1961): Geology of the Atlantic and Gulf Coastal Province of North America.- Harper & Brothers, Publishers, New York: 692 S., zahlr. Abb.
- NEWTON, E.T. (1891): The vertebrata of the Pliocene deposits of Britain.- *Mem. Geol. Surv. United Kingdom*, 137 S., 10 Taf.; London.
- NOLF, D. (1976): Les otolithes des Téléostéens néogènes de Trinidad.- *Ecol. geol. Helv.*, **69**(3):703-742, 5 Fig., Taf. 1-12.
- (1977): Les Otolithes des Teleosteens de l'Oligo-Miocene belge.- *Ann. Soc. r. Zool. Belg.*, **106** (1): 3-117, 3 Abb., 3 Tab., 18 Taf. Bruxelles.
- (1978): Les Otolithes des Teleosteens du Plio-Pleistocene belge.- *Geobios*, **11**(4) 517-557, 2 Fig., Taf. 1-7; Lyon.
- (1979): Contribution a l'etude des otolithes des poissons. I. Morphologie comparee des otolithes (sagittae) des Dentex de la Mediterranee et de l'Atlantique tropical Africain.- *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.*, **51** (9): 1-14, 2 Abb., 1 Taf. Bruxelles
- (1980): Etude monographique des otolithes des Ophidiiformes actuels et revision des especes fossiles (Pisces, Teleostei).- *Mededel. Werkgr. Tert. Kwart. Geol.*, **17** (2): 71-195, Rotterdam.
- (1981): Revision des types d'otolithes de poissons fossiles decrites par R. SCHUBERT.- *Verh. geol. Bundesanst.*, **1981** (2): 249-279, 1 Tab., 3 Taf., Wien.
- (1985): Otolithi piscium. in: Handbook of Paleoichthyology (Ed. H.-P. SCHULTZE), Volume 10: 145 S., 81 Fig. Stuttgart, New York (G. Fischer Verlag).
- & BAJPAI, S.: Marine Middle Eocene fish otoliths from India and Java.- *Bull. Inst. roy. Si. nat. Belg.*, **62**: 195-221, 3 Abb., 2 Tab., 6 Taf..
- (1991): Geology and Paleontology of the Eocene Drazinda Shale Member of the Khirtar Formation, central Western Pakistan, Part III. Fish Otoliths.- *Tert. Res.*, 12 (3-4): 121-126, 21 Abb.; Leiden.
- & H. CAPPETTA (1976): Observations nouvelles sur les otolithes du Calcaire Grossier (Eocene du bassin de Paris).- *Geobios* **7** (3): 251-277; Lyon.
- & DOCKERY, G. (1990): Fish otoliths from the Coffee Sand (Campanian) of northeastern Mississippi.- *Mississippi Geology*, **10** (3): 1-14, 1 Abb., 3 Taf.; Jackson (Miss.).
- & STEURBAUT, E. (1979): Les otolithes des Teleosteens de faluns Sallomaciens d'Orthez et de Sallespisse (Miocene moyen d'Aquitaine meridionale, France).- *Palaeontographica, A* **164**: 1-23, 1 Abb., 5 Taf. Stuttgart.
- & -- (1983): Revision des otolithes des Teleosteens du Tortonien stratotypique et de Montegibbio (Miocene superieur d'Italie septentrionale).- *Meded. Werkgr. Tert. Kwart. geol.*, **20**(4): 143-197, 2 Abb., 1 Tab., 7 Taf. Leiden.
- & -- (1989): Evidence from otoliths for establishing relationships within gadiforms.- In: COHEN, D.M. (Ed.): Papers on the systematics of gadiform fishes.- *Spec. publ. Nat. Hist. Mus. Los Angeles County*, **32**: 89-111; Los Angeles (Calif.).
- & STRINGER, G.: Neogene Paleontology in the northern Dominican Republic. 14. Otoliths of Teleostean fishes.- *Bull. Am. Pal.*, **102** (340): 41-81.
- & TAVERNE, L. (1978): Contribution a l'etude des otolithes des poissons. V. L'origine des Sciaenidae (Teleostei, Perciformes).- *Biol. Jb. Dodonaea*, **45** : 150-161, 5 Abb., Gent.
- OLSSON, A.A. PETIT, R.E. (1964): Some Neogene Mollusca from Florida and the Carolinas.- *Bull. Am. Paleont.*, 47 (217): 505-574, Taf. 77-83; Ithaca (N.Y.).
- PFEIL, F. H. (1981): Eine nektonische Fischfauna aus dem unteroligozänen Schöneck-Fischschiefer des Galon-Grabens in Oberbayern.- *Geol. Bavaria*, **82**: 357-388, 1 Tab., 3 Taf.; München.
- PHILIPPI, R.A.V. (1846): *Tornatella abbreviata*, *Otodus nitidus*, *Otodus caticus* und *Myliobatis testae*.- Pala-

- eontographica, **1**: 23-26, 1 Taf.; Cassel.
- POOSER, W. K. (1965): Biostratigraphy of Cenozoic Ostracoda from South Carolina.- The University of Kansas Paleont. Contrib., Arthropoda, Art. **8**: 1-80, Fig. 1-7, Taf. 1-22.
- PRIEM, F. (1908): Etude des poissons fossiles du Bassin Parisien.- Ann. Paleont.: 144 S., 74 Abb., 5 Taf.; Paris.
- (1911a): Sur les otolithes de Poissons fossiles terrains tertiaires superieur de France.- Bull. Soc. geol. France, **11** (4): 39-46, 9 Abb.; Paris.
- (1911b): Etude des poissons fossiles du Bassin Parisien. (Supplement).- Ann. Paleont., **6**: 44 S., 42 Abb., 5 Taf.; Paris.
- (1912): Sur les Poissons fossiles des terrains tertiaires superieur de la France.- Bull. Soc. geol. France, **12** (4): 213-245, 23 Abb., Taf. 6-7; Paris.
- PROBST, J. (1877): Beiträge zur Kenntnis der fossilen Fische aus der Molasse von Baltringen.- Jh. Ver. vaterl. Naturkde., **33**: 69-103, 2 Taf.; Stuttgart.
- (1878): Beiträge zur Kenntnis der fossilen Fische aus der Molasse von Baltringen.- Jh. Ver. vaterl. Naturkde., **34**: 112-115, 1 Taf.; Stuttgart.
- (1877): Beiträge zur Kenntnis der fossilen Fische aus der Molasse von Baltringen.- Jh. Ver. vaterl. Naturkde., **35**: 127-191, 2 Taf.; Stuttgart.
- REIF, W.-E. & SAURE, C. (1987): Shark biogeography: Vicariance is not even half the story.- N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **175** (1): 1-17, 7 Textfig.; Stuttgart.
- PURI, H.S. & VERNON, R.O. (1964): Summary of the Geology of Florida and a Guidebook to the Classic Exposures.- Florida Geol. Surv. Spec. Publ., **5**: 312 S., zahlr. Abb., 11 Taf.
- RICHARDS, H.G. (1950): Geology of the Coastal Plain of North Carolina.- Amer. Philosoph. Soc. Trans., n. ser., **40**, 1: 83 S.
- ROBINS, C.R.; RAY, G.C. & DOUGLASS, J. (1986): A field Guide to Atlantic Coast Fishes of North America.- 354 S., zahlr. Abb.; Boston (Houghton Mifflin Company).
- ROEDEL, 1930): Fischotolithen aus Paläozängeschieben.- Z. Geschiebekunde, **6**: 49-77, 1 Taf.; Berlin.
- RÖGEL, F. & STEININGER, F.F. (1983): Vom Zerfall der Tethys zu Mediterran und Paratethys. Die neogene Paläogeographie und Palinspastik des zirkummediterranean Raumes.- Ann. Naturhist. Mus. Wien, **85/A**: 135-163, 2 Abb., 14 Taf.; Wien.
- ROGERS, G.S. (1914): The Phosphate deposits of South Carolina.- U.S. Geol. Surv. Bull., **580**: 183-220.
- ROSEN, D.E. (1975): A vicariance model of Caribbean biogeography.- Syst. Zool., **24** (4): 431-464, 21 Abb.
- SASAKI, K. (1989): Phylogeny of the family Sciaenidae, with notes on its zoogeography (Teleostei, Perciformes).- Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ., **36** (1-2): 1-137, zahlr. Abb.
- SCHUBERT, R.J. (1902-1906): Die Fischotolithen des oesterreich-ungarischen Tertiärs.- Jb. geol. Reichsanst., **51**: 301-316, 5 Abb., 1 Taf.; Wien 1902. **55**: 613-638, 4 Abb., 2 Taf.; Wien 1905. **56**: 623-706, 3 Taf.; Wien 1906.
- (1909): Fischreste. In: TOULA, F.: Eine jungtertiäre Fauna von Gatun am Panama-Kanal.- Jb. k.k. Geol. Reichsanst., **58**: 687-691, Abb. 4-8; Wien 1909.
- (1908).
- (1916): Obereocäne Otolithen vom Barton Cliff bei Christchurch (Mampshire).- Jb. k.k. geol. Reichsanst., **65**: 277-288, 3 Abb., 1 Taf.; Wien 1916 (1915).
- SCHULTZ, O. (1969): Die Selachierfauna (Pisces, Elasmobranchii) aus den Phosphorit-Sanden (Unter-Miozän) von Plesching bei Linz, Oberösterreich.- Naturk. Jahrb. d. Stadt Linz: 61-102, Taf. 1-4; Linz.
- SCHULZ, O. (1987): Taxonomische Neugruppierung der Überfamilie Xiphoidea (Pisces, Osteichthyes).- Ann. Naturhist. mus. Wien, A, **89**: 95-202, 2 tab., 8 Abb., 11 Taf.; Wien.
- SCHWARZHANS, W. (1974): Die Otolithen-Fauna des Chatt A und B (Oberoligozän, Tertiär) vom Niederrhein, unter Einbeziehung weiterer Fundstellen.- Decheniana, **126** (1/2): 91-132, 78 Abb., Taf. 1-3; Bonn.
- (1978): Otolith morphology and its usage for higher systematical units, with special reference to the Myctophiformes.- Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **15**: 167-185, Leiden.
- (1978a): Otolith-morphology and its usage for higher systematical units, with special reference to the Myctophiformes s. l.- Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **15**: 167-185; Leiden.
- (1978b): Otolithen aus dem Unter-Pliozän von Süd-Sizilien und aus der Toscana.- Berliner geowiss. Abh., (A) **8**: 1-52, 4 Abb., 13 Taf.; Berlin.
- (1980): Die tertiäre Teleosteer-Fauna Neuseelands, rekonstruiert anhand von Otolithen.- Berliner geowiss. Abh., (A) **26**: 211 S., 4 Tab., 6 Taf.; Berlin.
- (1981a): Paläogeographische Analyse der tertiären Fischfauna von Neuseeland und Süd-Australien.- Geol. Rundsch., **70** (2): 7596-610; Stuttgart.
- (1981a): Vergleichende morphologische Untersuchungen an rezenten und fossilen Otolithen der Ordnung Ophidiiformes.- Berliner geowiss. Abh., (A) **32**: 63-122, 167 Abb., 2 Tab.; Berlin.
- (1981b): Die Entwicklung der Familie Pterothrissidae (Elopomorpha, Pisces), rekonstruiert nach Otolithen.- Senck. leth., **62** (2/6): 77-91, 16 Fig.; Frankfurt/Main.
- (1985): Tertiäre Otolithen aus South Australia und Victoria (Australien).- Palaeo Ichthyologica, **3**: 1-160, 126 Abb.; München.
- (1986a): Fish otoliths from the Lower Tertiary of Ellesmere Island.- Can. J. Earth Sci., **23**: 787-793, 15 Abb.
- (1986b): Die Otolithen des Unter-Pliozän von Le Puget, S-Frankreich. Senck. leth., **67**(1/4): 219-273, 4 Abb., 2 Tab., 6 Taf.; Frankfurt.
- SHATTUCK (1904): Geological and paleontological relations, with a review of earlier investigations. In: Miocene: 33-87.- Maryland Geol. Surv.; Baltimore.
- SMITH, J.L.B. (1953): The Sea Fishes of Southern Africa.- 2. Aufl.: 564 S., Zahlr. Abb., 102 Taf.; (Centr. News Agency, Ltd., South Africa).
- SOOT-RYEN, T. (1932): The Norwegian North Polar Expedition with the "Maud". Pelecypoda. **5**: 1-35.
- SORGENFREI (1965): Some trends in the evolution of European molluscan faunas.- Proc. first Europ. malac. Congr., 67-78.

- STANLEY, S.M. & L.D. CAMPBELL (1981): Neogene Mass Extinction of Western Atlantic Molluscs.- *Nature*, **293**: 457-459, 2 Fig.; London.
- STEURBAUT, E. (1979): Les otolithes des Teleosteens des Marnes Saubrigues (Miocene d'Aquitaine meridionale, France).- *Palaeontogr.*, (A) **166** : 48-91, Taf. 1-12; Stuttgart.
- (1984): Les otolithes des Teleosteens de l'Oligo-Miocene d'Aquitaine (sud-ouest de la France).- *Palaeontographica*, **A186** (1/6): 1-162, 15 Abb., 16 Tab., 38 Taf.; Stuttgart.
- & HERMAN, J. (1978): Biostratigraphie et poissons fossiles de la Formation de l'Argile de Boom (Oligocene Moyen de assin belge).- *Geobios*, **11** (3): 297-325, 3 Abb., Taf. 1-3; Lyon. ;
- & NOLF, D. (1990): Ypresian Teleost otoliths from Belgium and northwestern France.- *Bull. Soc. belge Geol.*, 97 (3/4): 321-347, 5 Abb., 1 Tab., 4 Tafeln; Bruxelles.
- STINTON, F. C. (1975-1984): Fish otoliths from the English Eocene.- I.(1975):1-56, 12 Abb., 3 Taf. II.(1977): 57-126, 12 Abb., Taf. 4-8 III.(1978): 127-189, Taf. 9-12; IV.(1980): 191-258, 5 Abb., Taf. 13-16; V.(1984): 259-320, 5 Abb., Taf. 17-20; *Palaeontogr. Soc. Monogr. Ser.*; London
- STORMS, R. (1891): Notes sur l'ichthyologie fossile.- *Process-Verbaux Soc. Belge Geol., Paleont. & Hydrol.*, **5**: 142-157; Bruxelles.
- STRAUCH, F (1970): Die Thule-Landbrücke als Wnderweg und Faunenscheide zwischen Atlantik und Skandinavien im Tertiär.- *Geol Rundsch.*, **70**: 381-417.
- (1972): Zum Klima des nordatlantisch-skandischen Raumes im jüngeren Känozoikum.- *Z. dtsh. geol. Ges.*, **123**: 163-177.
- (1983): Geological History of the Iceland-Faroe-Ridge and its influence on Pleistocene Glaciation.- *NATO Conf., Ser. IV* (8): 601-606, New York (Plenum Press).
- STROMER, E. (1903): Haifischzähne aus dem unteren Mokkatam bei Wasta in Ägypten.- *N. Jb. Miner., Geol. u. Paläont.*, **1903** (1): 29-41, 1 Taf.; Stuttgart.
- SULC, J. (1932): Les otolithes du paleogene des environs de Biarritz.- *Rotzpr. Statn. Ustav. ceskoslov. Republ.*, **7**: 45-94; 3 Taf.; Prag.
- TOULMIN, L.D. (1977): Stratigraphic Distribution of Paleocene and Eocene Fossils in the Eastern Gulf Coast Region.- *Alabama Geol. Surv. Monogr.*, **13** (1): 602 S., Abb. 1-29, Tab. 5-10, 72 Taf. 13 (2): Abb. 30-37, Taf. 1-4.
- TREWAVAS, E. (1977): The Sciaenid fishes (Croakers or Drums) of the Indo-West-Pacific.- *Trans. zool. Soc. Lond.* (1977) **33**: 259-541, 61 Fig., Taf. 1-14; London.
- VOKES, H.E. (1957): Miocene Fossils of Maryland.- *Maryland Geol. Surv. Bull.*, **20**: 1-85, Taf. 1-31.
- WARD, D.J. (1979A): Additions to the fish fauna of the English Paleogene. 2. A new species of *Dasyatis* (Sting-ray) from the London Clay (Eocene) of Essex, England.- *Tert. Res.*, **2**(2): 75-81, 2 Fig., 1 Taf.; London.
- WARD, D.J. (1979B): Additions to the fish fauna of the English Paleogene. 3. A review of the Hexanchid sharks with a description of four new species.- *Tert. Res.*, **2**(3): 111-129, 2 Fig., 3 Taf.; London.
- (1980): The distribution of sharks, rays and chimaeroids in the English Paleogene.- *Tert. Res.*, **3** (1): 13-19.
- WARD, L.W. (1985): Stratigraphy and Characteristic Molluscs of the Pamunkey Group (Lower Tertiary) and the Old Church Formation of the Chesapeake Group - Virginia Coastal Plain.- *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper*, **1346**: IV + 78 S., 47 Fig., 6 Taf.; Washington.
- & BLACKWELDER, B.W. (1975): Chesapeecten, a new Genus of Pectinidae (Mollusca: Bivalvia) from the Miocene and Pliocene of Eastern North America.- *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, **861**: III + 24 S., 2 Fig., 3 Tab., 7 Taf.; Washington.,
- & -- (1980): Stratigraphic Revision of Upper Miocene and Lower Pliocene Beds of the Chesapeake Group, Middle Atlantic Coastal Plain.- *U.S. Geol. Surv. Bull.*- **1482-D**: 61 S., 25 Fig., 5 Taf.; Washington.
- & -- (1987): Late Pliocene and Early Pleistocene Mollusca from the James City and Chowan River Formations at the Lee Creek Mine.- *Smiths. Contrib. to Paleobiol.*, **61** (Geology and Paleontology of the Lee Creek Mine, North Carolina II): 113-283, 13 Fig., 2 Tab., 47 Taf.; Washington.
- --; G.S. SOHN & POORE, R.Z. (1979): Stratigraphic Revision of Eocene, Oligocene, and Lower miocene Formations of South Carolina.- *South Carolina Geol. Surv. Geol. Notes*, **23** (1): 2-32, Fig. 1 -10.
- WEILER, W. (1922): Beiträge zur Kenntnis der tertiären Fische des Mainzer Beckens. I.- *Abh. hess. geol. L.-Anst.*, **6** (2): 69-135, 3 Tab., 3 Taf.; Worms.
- (1928): Beiträge zur Kenntnis der tertiären Fische des Mainzer Beckens. II.- *Abh. hess. geol. L.-Anst.*, **8** (3): 5-63, 6 Taf.; Darmstadt.
- (1929): Die mittel- und obereocäne Fischfauna Ägyptens mit besonderer Berücksichtigung der Teleostomi.- In: *Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens. V. Tertiäre Wirbeltiere.*- *Abh. bayr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Abt., NF* **1**: 57 S., 6 Tab., 6 Taf.; München.
- (1932): Die Fischfauna der unteren und oberen Meeresmolasse Oberbayerns.- *N. Jb. Mineral., Geol. & Paläont.*, **68/B**: 305-352, 34 Abb.; Stuttgart.
- (1942): Die Otolithen des rheinischen und nordwestdeutschen Tertiärs.- *Abh. Reichsanst. Bodenforsch. N.F.*, **206**: 1-140, 2 Abb., 14 Taf.; Berlin.
- (1953): Die Verbindung des mitteloligozänen Rheintalgrabens mit dem Mittelmeer.- *Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver.*, N.F. **34**: 21-29, 2 Abb.; Freiburg/Br. ;
- (1955): Neue Untersuchungen an Fischen aus dem Alttertiär der Umgebung von Basel. - *Eclog. geol. Helv.*, **48** 427-447, 7 Abb., 1 Taf.; Basel.
- (1958): Fisch-Otolithen aus dem Oberoligozän und Mittelmiozän der Niederrheinischen Bucht.- *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **1**: 323-361, 12 Abb., 3 Taf.; Krefeld.
- (1962): Fisch-Otolithen aus dem oberen Mittelmiozän von Twistringen. *Bez. Bremen (NW-Deutschland).*- *Geol. Jb.*, **80**: 277-294, 2 Abb., 2 Tab.; Hannover
- (1963): Die Fischfauna des Tertiärs im oberrheinischen Graben, des unteren Maintales und der Wetterau, unter besonderer Berücksichtigung des Untermiozäns.- *Abh. senck. naturf. Ges.*, **504** , 1-75, 258 Abb., 2 Taf.; Frankfurt/Main.

- (1968): *Otolithi piscium*.- Fossilium Catalogus, I. Animalia, **117**: 1-196; s'Gravenhage.
- WIGLEY, R.L. & STINTON, F.C. (1973): Distribution of Macroscopic Remains of Recent Animals from Marine Sediments off Massachusetts. U.S. Nat. Ocean. Atmosph. Adm., Nat. Mar. Fisher. Serv., Fishery Bull., **71** (1): 1-40, 26 Abb.
- WHEELER, W.H.; DANIELS, R.B & E.E. GAMBLE (1983): The Post-Yorktown Stratigraphy and Geomorphology of the Neuse-Pamlico Area, Eastern North Carolina.- Smiths. Contrib. to Paleobiol., **53** (Geology and Paleontology of the Lee Creek Mine, North Carolina I): 201-218, 12 Fig.
- WHITE, E.I. (1926): Eocene Fishes from Nigeria.- Bull. Geol. Surv. Nigeria, **10**, 1-87, 23 Abb., 3 Tab., 18 Taf.; Lagos.
- (1931): The vertebrate faunas of the English Eocene. Vol 1: From the Thanet Sands to the basement bed of the London Clay.- I-XIV, 1-23, 162 Abb., 1 Taf.; London (Trustees of the British Museum).
- (1956): The Eocene Fishes of Alabama.- Bull. Amer. Paleont., **35** (156): 123-153, 86 Abb., Taf. 11; Ithaca, New York.
- WILSON, D., W.C. BLOW & R.H. BAILEY (1972): Paleocene in Outcrop in North Carolina.- U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, **800-A**: 129.; Washington.
- WINKLER, J.C. (1873): Memoir sur des dents de poissons du Terrain bruxellien.- Arch. Mus. teyler, **3**: 295-304, Taf. 7; Haarlem.
- WITTICH, E. (1897): Über neue Fische aus dem mittellozänen Meeressand des Mainzer Beckens.- Notizbl. Ver. Erdk. u. großherzogl. geol. L.-Anst., **4** (18): 43-49, 1 Taf.; Darmstadt.
- (1898): Neue Fische aus den mittellozänen Meeres-sanden des Mainzer Beckens, 2.- **4** (19): 34-49, 1 Taf.; Darmstadt.
- WOODRING, W.P. (1924): Tertiary history of the North Atlantic Ocean.- Geol. Soc. Amer. Bull., **35**, 425-435.
- (1974): The Miocene Caribbean Faunal Province and its Subprovinces.- Verhandl. naturf. Ges. Basel, **84**: 209-213, 1 Abb.; Basel.
- WOODWARD, A.S. (1886): On the Paleontology of the Selachian Genus *Notidanus*, CUVIER.- Geol. Mag. Lond. (3), **3**: 205-217, 253-259, 1 Taf.; London.
- (1889): Catalogue of the Fossil Fishes in the British Museum (Natural History). Part I. Elasmobranchii.- I-XLVII, 1-474, 17 Taf.; London.
- (1899): Notes on the teeth of sharks and skates from English Eocene formations.- Proc. Geol. Assoc., **16**: 1-14; London.
- (1907): Notes on some Upper Cretaceous fish-remains from the provinces of Sergipe and Pernambuco.- Geol. Mag., N.S., **IV** (5): 193-197, taf. 7; London.
- ZILCH, A. (1965): Die Typen und Typoide des Natur-Museums Senckenberg, **31**: Fossile Fisch-Otolithen.- Senckenbergiana leth., **46a** (WEILER-Festschrift): 453-490, Taf. 37; Frankfurt/Main
- ZULLO, V.A. (1979): Biostratigraphy of Eocene through Miocene Cirripedia, North Carolina Coastal Plain. In BAUM, G.R.; HARRIS, W.B. & V.A. ZULLO (Ed.): Structural and stratigraphic framework for the Coastal Plain of North Carolina: 73-85.- Carolina Geol. Soc. and Atl. Coastal Plain Geol. Assoc., Field Trip Guide Book **1979** (111 S.).
- (1984): New genera and species of balanid barnacles from the Oligocene and Miocene of North Carolina.- J. Paleont. **58**(5): 1312-1338, 7 Fig.; Lawrence (Kansas).

## Anhang

### Tabellen 2-6

### Tafeln 1-17



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Diaphus</i>	X	X	X						X	X	X									X	X				C				Y	
<i>Ceratoscopelus</i>	X	X	X						X	X	X									X	X								Y	
<i>Bregmaceros</i>	X	X	X					X	X	X										X	X								Y	
<i>Urophycis</i>	#	X	#		X	X	X			X	X	X					X								C	T	S	E	Y	
<i>Phycis</i>		X	X	X	X	X	X			X	X	X				X	X					O			C				Y	
<i>Ciliata</i>			#	X	X	X	X			X	X	X				X	X								C				Y	
<i>Enchelyopus</i>			#	X	X	X	X			X	X	X				X	X								C		S		Y	
<i>Gadiculus</i>			X	X	X	X	#	X	#	X	X	X				X	X								C		S		Y	
<i>Gaidropsarus</i>		#	X	X	X	X	X			X	X	X				X	X								C	T	S	E		
<i>Trisopterus</i>		#	X	X	X	X	X			X	X	X				X	X								C	T	S	E		
<i>Melanogrammus</i>			#	X	#	X				X	X	X	X	X		X	X										S		Y	
<i>Microgadus</i>			X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X												Y	
<i>Gadus</i>			X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X												Y	
<i>Micromesistius</i>		X	X	#		X	X			X	X	X				X	X								C	T	S	E	Y	
<i>Merluccius</i>	X	X	X	#	X	X	X			X	X	X									X	X			C	T	S	E	Y	
<i>Brotula</i>	X	X			X	X	X			X	X	X													C	T	S	E	Y	
<i>Lepophidium</i>	X	X			X	X	X			X	X	X									X	X			C	T	S	E	Y	
<i>Ophidion</i>	X	X			X	X	X			X	X	X				X	X				X	X			C	T	S	E	Y	
<i>Otophidium</i>	X	X			X	X	X			X	X	X				X	X				X	X			C	T	S	E	Y	
<i>Rissola</i>	X				X	X				X	X	X				X	X				X	X			C	T	S	E	Y	
<i>Sirembo</i>	X	#			X	X														X	X									
<i>Hoplobrotula</i>	X	X			X	X					X	X									P	P								
<i>Monomitopus</i>	X	X			X	X					X	X									X	P					S			
<i>Neobythites</i>	X	X			X	X		X			X	X									X	P							Y	
<i>Myripristis</i>	X	X			X	X		X			X	X									X	P								
<i>Antigonia</i>	X	X			X	X		X			X	X				X	X				X	P								
<i>Prionotus</i>	X	X			X	X					X	X				X	X								C	T	S	E	Y	
<i>Bellator</i>	X	X			X	X					X	X				X	X								C	T	S	E	Y	
<i>Platycephalus</i>	X	X			X	X				X	X	X				X	X					P			C	T	S	E	Y	
<i>Chanda</i>	X				X					X	X	X	X	X	#						X	X						S		
<i>Diplectrum</i>	X	X			X	X				X	X	X					X	X											Y	
<i>Serranus</i>	X	X	#		X	X				X	X	X					X	X			X	P	O		C		S	E	Y	
<i>Epinephelus</i>	X	X			X	X				X	X	X					X	X			X	P	O		C		S			
<i>Parapristipoma</i>	X			X						X	X	X	X			X	X				X	P	P							
<i>Orthopristis</i>	X	#		X	X					X	X	X	X				X	X			X	P	P							
<i>Xenistius</i>	X	X		X	X					X	X	X					X	X			X	P	P							
<i>Haemulon</i>	X	#		X	X					X	X	X					X	X			X	P	P						Y	
<i>Anisotremus</i>	X	#		X	X					X	X	X					X	X			X	P	O				S			
<i>Caranx</i>	X	X	#		X	X		X		X	X	X	#								X	P	O				S			
<i>Trachurus</i>	X	X	#		X	X		X		X	X	X	#								X	P	O				S			
<i>Lopholatilus</i>	#	X	#		X	X				X	X	X					X												Y	
<i>Lactarius</i>	X				X	X				X	X	X	X	X	X						X	P								
<i>Morone</i>	X	X	X		X	X				X	X	X	X	X	X									B						
<i>Lagodon</i>	X	X			X	X				X	X	X	X	X			X	X							C	T	S		Y	
<i>Archosargus</i>	X	X			X	X				X	X	X	X	X			X	X							C	T	S		Y	
<i>Dentex</i>	X	#			X	X				X	X	X				X	X					P			C	T	S		Y	
<i>Pagrus</i>	X	X			X	X				X	X	X				X	X				X	X			C	T	S		Y	
<i>Lutjanus</i>	X	X	#		X	#				X	X	X	#				X	X								C	T	S		Y
<i>Aplodinotus</i>	X				X					X	X	X	#		X										B					
<i>Ctenosciaena</i>	X				X					X	X	X	X	#											B					
<i>Cynoscion</i>	X	X			X					X	X	X	X	#			X	X							C	T	S	E	Y	
<i>Equetus</i>	X	X			X					X	X	X	X	#			X	X							C				Y	
<i>Genyonemus</i>	X	X			X					X	X	X	X				X	X							C				Y	
<i>Larimus</i>	X	X			X					X	X	X	X				X	X							C	T	S	E	Y	
<i>Leiostomus</i>	X	X			X					X	X	X	X	X			X	X							C	T	S	E	Y	
<i>Menticirrhus</i>	X	X			X					X	X	X	X	#			X	X								C	T	S		Y
<i>Micropogonias</i>	X	X			X					X	X	X	X	#			X	X								C	T	S		Y
<i>Pogonias</i>	X	X			X					X	X	X	X	#			X	X							B		S		Y	
<i>Sciaena</i>	X	X			X					X	X	X	X	#			X	X				P	O		B				Y	
<i>Sciaenops</i>	X	X			X					X	X	X	X	#			X	X							B	C			Y	
<i>Umbrina</i>	X	#			X					X	X	X	X	#							X	P	O		B		S			
<i>Labridae</i>	X	X	#		X					X	X	X	X	#							X	P	P		B					
<i>Scaridae</i>	X	#			X					X	X	X	X								X	P	P		B					
<i>Sphyraena</i>	X	#			X	X				X	X	X	X								X	P	O		B	C				
<i>Trachinus</i>	X	X	X	X	X					X	X	X	X								X	P	O		B	C				
<i>Bembrops</i>	X				X	X				X	X	X	X								X	P								

Tabelle 2/Table 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Astroscopus</i>	X	X			X	#					X	X				X	X		X							C	T	S	E	Y
<i>Kathetostoma</i>	X	X	#		X	#	X				X	X				X	X													
Blenniidae	X	X	X	#	X	#					X	X	#							X	P	P								
Clinidae	X	X	#		X						X	X	#			X	X				P	P								
<i>Trichiurus</i>	X	X	#			#	X				X	X								X	P	P								
<i>Scomberomorus</i>	X	X	#		#	X		X			X	X								X	P	P	O		B	C				
<i>Sarda</i>	X	X	#		#	X		X			X	X								X	P	P	O	O	B	C				
<i>Ariomma</i>	X	X			X	X	X				X	X								X	P	P	O	O						
<i>Centrolophus</i>	#	X	#		X	X	#				X	X								X	P	P	O	O						
<i>Nomeus</i>	X	X							X		X	X								X	P	P	O	O						
<i>Ammodytes</i>	X	X	X	X	X	#				#	X	X	#							X	X						S	E	Y	
<i>Psettodes</i>	X	X			X						X	X				X				X	P	P								
<i>Bothus</i>	X	X			X	X					X	X								X	P	P			B	C				
<i>Citharichthys</i>	X	X			X	X					X	X					X	X							B	C	S	E	Y	
<i>Paralichthys</i>	X	X			X	X					X	X					X	X							B	C	S	E	Y	
<i>Symphurus</i>	X	X			X	X	X				X	X	X				X				X	X				C	C	S	E	Y
<i>Diodon</i>	X	#			X	#		#		X	X		#							X	P	P				C	C	S	E	Y
<i>Chilomycterus</i>	X	#			X	#		#		X	X					X	X				P	P				C	C	S	E	Y

Tabelle 2: Ökologische Daten wichtiger Fischgattungen zur Interpretation fossiler Faunen, kompiliert aus der ichthyologischen Literatur. Symbole: X = reguläres Vorkommen, # = gelegentliches Vorkommen.

Table 2: Ecological datas of essential fish genera for the interpretation of fossil faunas, compiled from the ichthyological literature. Symbols: X = regular occurrence, # = occasional occurrence.

	ARCTIC	GRAND BANKS	NOVA SCOTIA	CAPE COD	NEW YORK	VIRGINIA	CAPE HATTERAS	SOUTH CAROLINA	CAPE CANAVERAL	SOUTCH FLORIDA	NORTHERN GULF	BAHAMAS	CARIBBEAN	TROPICAL S. AMERICA
TAXA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
<i>Hexanchus griseus</i>														
<i>Hexnchus vitulus</i>							< ++							
<i>Squalus acanthias</i>							+++>?							
<i>Squalus cubensis</i>														
<i>Pristiophorus</i>														
<i>Squatina dumerili</i>														
<i>Carcharias taurus</i>					< +									
<i>Ginglymostoma cirratum</i>					< +		< * * * <							
<i>Rhincodon typus</i>					< +		< + + +							
<i>Carcharodon carcharias</i>					< +		< + + +							
<i>Lamna nasus</i>							< + +							
<i>Isurus oxyrinchus</i>														
<i>Isurus paucus</i>														
<i>Alopias vulpinus</i>					< +		< + + + + +							
<i>Alopias superciliosus</i>							< + + + + +							
<i>Cetorhinus maximus</i>							+++>							
<i>Scyliorhinus retifer</i>														
<i>Scyliorhinus torrei</i>														
<i>Galeorhinus galeus</i>														
<i>Mustelus canis</i>														
<i>Mustelus norrisi</i>														
<i>Carcharhinus acronotus</i>					< + + + +									
<i>Carcharhinus altimus</i>					< + + + +									
<i>Carcharhinus brevipinna</i>								<						
<i>Carcharhinus falciformis</i>					< + + + +									
<i>Carcharhinus isodon</i>					< + + + +									
<i>Carcharhinus leucas</i>					< + + + +									
<i>Carcharhinus limbatus</i>					< + + + +									
<i>Carcharhinus perezii</i>														
<i>Carcharhinus plumbeus</i>														
<i>Carcharhinus porosus</i>														
<i>Carcharhinus signatus</i>							< + + +							
<i>Galeocerdo cuvier</i>							< + + + +							
<i>Isogomphodon</i>														
<i>Negaprion brevirostris</i>														
<i>Prionace glauca</i>					< + + + + +									
<i>Pterolamiops longimanus</i>							< +							
<i>Rhizoprionodon terranovae</i>					< + + + + +									
<i>Sphyrna levini</i>					< + + + + +									
<i>Sphyrna mokarran</i>														
<i>Sphyrna tiburo</i>					< + +									
<i>Sphyrna tudes</i>														
<i>Sphyrna zygaena</i>														
<i>Rhinobatos lentiginosus</i>														
<i>Raja ackleyi</i>								<						
<i>Raja eleganteria</i>							? <							
<i>Raja erinacea</i>														
<i>Raja garmani</i>														
<i>Raja laevis</i>														
<i>Raja lentiginosa</i>														
<i>Raja ocellata</i>														
<i>Raja olseni</i>														
<i>Raja radiata</i>							+++>							
<i>Raja senta</i>							+++>							
<i>Raja spinicauda</i>														
<i>Pristis pectinatus</i>									X					
<i>Pristis pristis</i>									X					
<i>Dasyatis americana</i>							< + +							
<i>Dasyatis centroura</i>														

Tabelle 3/Table 3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
<i>Dasyatis sabina</i>														
<i>Dasyatis sayi</i>														
<i>Dasyatis violacea</i>														
<i>Aetobatis narinari</i>								<+++						
<i>Myliobatis freminvillei</i>								++++>						
<i>Myliobatis goodei</i>														
<i>Rhinoptera bonasus</i>								<++++						
<i>Manta brevirostris</i>								<+++++++						
<i>Mobula hypostoma</i>								<*****						
<i>Ariosoma anale</i>														
<i>Conger oceanicus</i>														
<i>Conger triporiceps</i>														
<i>Hildebrandia flava</i>														
<i>Hildebrandia gracilior</i>														
<i>Gnathophis bathytops</i>														
<i>Gnathophis bracheatops</i>														
<i>Paraconger caudilimbatum</i>														
<i>Brevoortia tyrannus</i>														
<i>Argentina silus</i>														
<i>Argentina striata</i>														
<i>Arius felis</i>								<*****						
<i>Bregmaceros atlanticus</i>														
<i>Brosme brosme</i>														
<i>Arctogadus borisovi</i>														
<i>Arctogadus glacialis</i>														
<i>Boreogadus saida</i>														
<i>Enchelyopus cimbricus</i>														
<i>Gadus morrhua</i>								++>						
<i>Gadus ogac</i>														
<i>Melanogrammus aeglefinus</i>								++>						
<i>Merluccius albidus</i>														
<i>Merluccius bilinearis</i>														
<i>Microgadus tomcod</i>								++>						
<i>Molva molva</i>														
<i>Pollachius virens</i>								++>						
<i>Urophycis chesteri</i>														
<i>Urophycis chuss</i>														
<i>Urophycis cirrata</i>														
<i>Urophycis earlli</i>														
<i>Urophycis floridana</i>														
<i>Urophycis regia</i>														
<i>Urophycis tenuis</i>														
<i>Brotula barbata</i>														
<i>Lepophidium brevibarbe</i>														
<i>Lepophidium cervinum</i>														
<i>Lepophidium jeannae</i>														
<i>Lepophidium staurophor</i>														
<i>Ogilbia cayorum</i>														
<i>Oligopus claudesi</i>														
<i>Ophidion beanei</i>														
<i>Ophidion grayi</i>														
<i>Ophidion holbrookii</i>														
<i>Ophidion marginatum</i>														
<i>Ophidion selenops</i>														
<i>Ophidion spec.</i>														
<i>Ophidion welshi</i>														
<i>Otophidion dormitator</i>														
<i>Otophidion omostigum</i>														
<i>Parophidion schmidti</i>														
<i>Petrotyx sanguineus</i>														
<i>Prionotus</i>														
<i>Bellator</i>														
<i>Peristedion</i>														
<i>Morone americanus</i>														
<i>Morone saxatilis</i>														
<i>Epinephelus</i>														
<i>Centropristis</i>														
<i>Serranus</i>														
<i>Diplectrum bivittatum</i>														
<i>Diplectrum formosum</i>														

Tabelle3/Table3

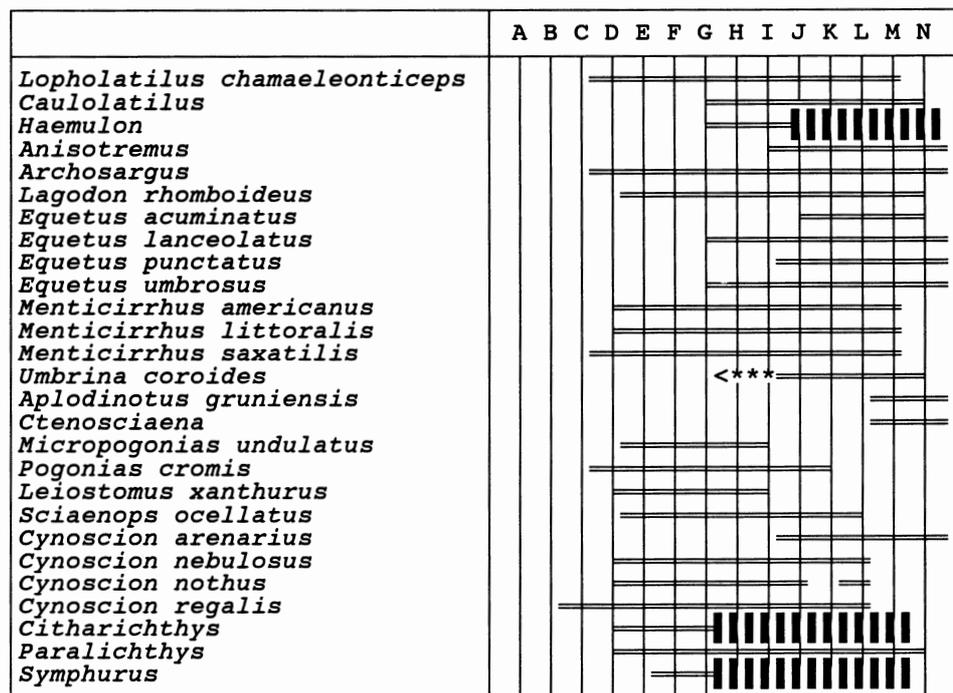


Tabelle 3: Verbreitung und saisonale Migrationen nordwestatlantischer neritischer Fischgattungen, kompiliert aus der ichthyologischen Literatur (vor allem ROBINS et al., 1986). Symbole: >= Südwanderung von borealen Gattungen im Winter, <= Nordwanderung von warm-präferenten Gattungen im Sommer, ++ = Migrationsstrecke, \*\* = gelegentliches (nicht reguläres) Vorkommen, ■ = Gattung besonders artenreich.

Table 3: Distribution and seasonal migrations of northwestern Atlantic neritic fish genera, compiled from the ichthyological literature (mainly ROBINS et al., 1986). Symbols: > = southward migration of boreal genera in winter, < = northward migration of warm-preferent genera in summer, ++ = migration distances, \*\* = occasional occurrence, ■ = genus especially rich in species.

FORMATIONS	AQUIA												NANJEMOY					PINEY POINT		OLD CHURCH		ASHLEY		BELGRADE		CALVERT		PUNGO RIVER		CHOFTANK		ST. MARYS		EASTOVER		YORKTOWN		DUPLIN	
	Piscataway		Pasapatan		Marlboro Clay		Potomac		Woodstock										Fairhaven		Plum Point				Little Cove Point		Windmill Point		Claremont Manor		Cobham Bay		Sunken Meadow		Rushmere				
MEMBERS																																							
SELACHIANS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T																			
Familia Hexanchidae																																							
Hexanchus aff. griseus																																							
Notorhynchus primigenius																																							
Familia Squalidae																																							
Squalus aff. smithi																																							
Squalus aff. alsaticus																																							
Squalus aff. acanthias																																							
Familia Pristiophoridae																																							
Pristiophorus sp.																																							
Familia Squatinidae																																							
Squatina aff. subserrata																																							
Squatina aff. dumerili																																							
Familia Heterodontidae																																							
Heterodontus sp.																																							
Familia Ginglymostomatidae																																							
Nebrius thielensi																																							
Ginglymostoma delfortriei																																							
Familia Brachaeluridae																																							
Eostegostoma sp.																																							
Familia Odontaspidae																																							
Carcharias acutissimus																																							
Carcharias cuspidatus																																							
Carcharias hopei																																							
Carcharias vincenti																																							
Striatolamia macrota																																							
Striatolamia striata																																							
Familia Mitsukurinidae																																							
Anomotodon novus																																							
Familia Lamnidae																																							
Carcharoides caticus																																							
Isurus praecursor																																							
Isurus desori																																							
Isurus hastalis																																							
Isurus? retroflexus																																							
Familia Cretoxyrhinidae																																							
Cretolamna lerichei																																							
Familia Otodontidae																																							
Carcharocles angustidens																																							
Carcharocles aff. angustidens																																							
Carcharocles megalodon																																							
Familia Alopiidae																																							
Alopias exigua																																							
Alopias aff. exigua																																							
Alopias latidens																																							
Familia Cetorhinidae																																							
Cetorhinus aff. parvus																																							
Familia Scyliorhinidae																																							
Scyliorhinus sp. 1																																							
Scyliorhinus sp. 2																																							

Tabelle 4/Table 4

SELACHIANS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Scyliorhinus sp. 3 Familia Triakidae						X														
Galeorhinus minor						X														
Galeorhinus aff. lefevrei						X														
Galeorhinus aff. galeus							X													
Mustelus sp. 1						X														
Mustelus sp. 2															X	X				X
Triakis sp. Familia Hemigaleidae						X														
Hemipristis serra						X		X	X	X	X	X						X	?	
Familia Carcharhinidae																				
Abdounia claibornensis						X														
Abdounia enniskilleni						X														
Abdounia aff. recticona						X	X													
Carcharhinus gilmorei						X														
Carcharhinus egertoni										?	X	X	X	X						
Carcharhinus gibbesi										?	X									
Carcharhinus elongatus							X	X												
Carcharhinus priscus							X	X	X	X	X									
Carcharhinus aff. leucas																		X		X
Carcharhinus aff. brevipinna																		X		X
Carcharhinus sp. 1							X													
Carcharhinus sp. 2															X	X				
Galeocerdo contortus							X		X	X	X	X	X							
Galeocerdo latidens							X													
Galeocerdo aduncus									X	X	X	X	X							
Galeocerdo cf. aduncus							X													
Galeocerdo cuvier																		X	X	
Galeocerdo casei n. sp.									X											
Isogomphodon acuarias									X											
Physogaleus latecuspidatus						X	?													
Physogaleus tertius						X														
Physogaleus latus							X	X	X											
Pterolamiops longimanus																				X
Rhizoprionodon aff. terranova											X	X			X	X	X			X
Rhizoprionodon aff. fischeuri										X										X
Rhizoprionodon sp.							X													
Familie Sphyrnidae																				
Sphyrna laevisissima							X	X	X	X	X	X								
Sphyrna sp. 1															X					
Familia Rhynchoatidae																				
Rhynchoatatus sp.						X														
Rhynchoatatus aff. pristinus								X	X	X										
Familia Rhinobatidae																				
Rhinobatos aff. bruxelliensis							X													
Familia Rajidae																				
Raja sp. 1								X	X											
Raja sp. 2												X			X	X				
Raja sp. 3																				X
Raja sp. 4																				X
Raja sp. 5																				X
Raja sp. 6																				X
Familia Pristidae																				
Pristis sp.											X									
Familia Dasyatidae																				
Dasyatis aff. cavernosa										X	X	X								
Dasyatis sp. 1										X	X	X			X	X	X			
Dasyatis sp. 2																				X
Dasyatis sp. 3																				X
Hypolophodon sp.							X													
Dasyatoidea fam. inc.																				
Coupatezia sp. 1							X													
Coupatezia? sp. 1							X													
Coupatezia? sp. 2											X									
Dasyatidea? indet.										X										
Familia Myliobatidae																				

Tabelle 4/Table 4

SELACHIANS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Aetobatus cf. arcuatus						X	X	?	X	X	X	X	X							
Aetobatus cf. irregularis						X	X	X	X	X	X	X	X							
Aetobatis sp.	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X							
Myliobatis div. sp.	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X							
Familia Rhinopteridae																				
Rhinoptera aff. brasiliensis							X		X	X	X	X	X							
Rhinoptera aff. bonasus									X	X	X	X	X							
Rhinoptera sp.							X													
Rhinoptera sp.							X													
Familia Mobulidae																				
Mobula n. sp.							X	X		X										
Plinthicus stenodon							X	X	X	X	X	X	X							
OTOLITH BASED TELEOSTEI TAXA FROM THE ATLANTIC TERTIARY OF THE USA (ONLY OWN RECORD)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Familia Pterothrissidae																				
Pterothrissus aff. umbonatus							X													
Pterothrissus sp. 1						X														
Pterothrissus sp. 2							X													
Familia Heterenchelyidae																				
"aff. Panturichthys" colei n. sp.							X													
"aff. Panturichthys" sp.							X													
Familia Congridae																				
Paraconger americanus n. sp.							X													
Paraconger solidus n. sp.							X													
"aff. Paraconger ovatus" n. sp							X													
Conger sp.										X										
Gnathophis aff. dissimilis						X	X													
Gnathophis sp.																				X
Hildebrandia aff. gracilior																				X
Hildebrandia aff. flava																				X
Hildebrandia sp.																				X
"aff. Pseudophiophthys" elongatus							X													X
"aff. Pseudophichthys" laevis n. sp.																				X
"aff. Pseudophichthys" oviformis n.							X													
"Congridarum" aff. brevior							X													
"Congridarum" prolatus n. sp.							X													
"Congridarum" aff. diagonalis							X													
"Congridarum" sp.								X												
Familia Muraenesocidae																				
Muraenesox rhomboideus n. sp.							X													
"Anguilloideorum" sp.							X													
Familia Clupeidae																				
Brevoortia aff. tyrannus														X						
"Clupeidarum" longirostris n. sp.							X													
Familia Ariidae																				
Arius aff. felis													X							
"Ariidarum" sp.							X													
Familia Argentinidae																				
Argentina sp.														X						
Familia Myctophidae																				
Diaphus sp. 1										X										
Diaphus sp. 2																				X
Ceratoscopelus maderensis																				X
Familia Antennariidae																				
Familia Batrachoididae																				
"Batrachoididarum" fusiformis n. sp.							X													
Antennarius sp.							X													
Familia Bregmacerotidae																				
Bregmaceros sp.																				X
Familia Gadidae s. lat.																				
Phycis amplus							X													
Phycis n. sp.										X										
Phycis sp.										X										
Urophycis sp.										?		X	X	X						

Tabelle 4/Table 4



TELEOSTEANS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
"aff. Orthopristis" sp					X															
"aff. Xenistius" obliquus n. sp.					X															
Haemulon sp.																			X	
"Pomadasyidarum" sp. 1																	X			
"Pomadasyidarum" sp. 2																		X	X	
Familia Moronidae																				
Morone lateostialis n. sp.							X		X											
Familia Carangidae																				
"Carangidarum" sp. 1						X														
"Carangidarum" sp. 2														X						
Familia Branchiostegidae																				
Lopholatilus chamaeleonticeps																				X
Familia Lactariidae																				
Lactarius kokeni						X														
Lactarius amplus						X														
Familia Sparidae																				
Lagodon aff. rhomboides														X	X	X				
Archosargus sp. 1														X						
Archosargus sp. 2																			X	
"Sparinarum" sp. 1							X													
"Sparinarum" sp. 2															X					
Dentex (s. lat.) esseri n. sp.						X														
Dentex s. lat.) sp.						X														
Familia Sciaenidae																				
"Sciaenidarum" aff. copelandi						X														
"Sciaenidarum" eporectus						X														
"aff. Umbrina" eanesi n. sp.						X														
"aff. Umbrina" livesyi n. sp.						X														
Umbrina crassa n. sp.								X												
Umbrina schwimmeri n. sp.								X												
Umbrina sp. 1							X													
Umbrina sp. 2														X						
Umbrina sp. 3							X													
"aff. Umbrina" bohaskai n. sp.								X												
"aff. Umbrina" ventriosus n. sp.								X												
Pogonias cf. cromis																				X
Pogonias sp.														X						
Aplodinotus primigenius n. sp.									X											
"aff. Sciaenops" eastmani														X						
"aff. Sciaenops" vulgaris n. sp.										X			X	X						
"aff. Sciaenops" schwarzhansi n. sp.															X					
"aff. Sciaenops" onslowensis n. sp.									X											
"aff. Sciaenops" sp. 1									X											
"aff. Sciaenops" sp. 2										X										
Leiostomus xanthurus											X								X	X
Leiostomus compressus n. sp.											X									
Leiostomus crassior n. sp.													X	X						
Leiostomus? sp.																	X			
Genyonemus calvertensis n. sp.											X									
"aff. Genyonemus" pertenuis n. sp.											X									
Menticirrhus aff. littoralis														X						
Menticirrhus sp.														X						
Ctenosciaena inframioaenica n. sp.								X												
"aff. Pachypops. siverdalensis n.sp.								X												
"aff. Pachyurus" atavus n. sp.										X										
"aff. Pachyurus" breviformis n. sp.													X	X						
"aff. Pachyurus" aff. breviformis																			X	
"aff. Pachyurus" jeaneae n. sp.																			X	
Micropogonias aff. undulatus																			X	X
Larimus cf. fasciatus																			X	
Cynoscion aff. nebulosus											X	X	X	X	X	X				X
Cynoscion senior n. sp.											X	X	X	X	X	X				X
"aff. Cynoscion" fitchi n. sp.																				X
Familia Pomatomidae																				
"Pomatomidarum" sp.						X														
Familia Centrolophidae																				

Tabelle 4/Table 4

TELEOSTEANS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
"Centrolophidarum" sp. Familia Labridae						X														
"Labridarum?" sp. Familia Trachinidae						X														
Trachinus unus n. sp. Familia Percophididae						X														
Bembrops minutus n. sp. Familia Uranoscopidae						X									X	X				X
Astroscopus sp. "Trachinoideorum?" sp.						X									X	X				X
Familia Blenniidae "Blenniidarum" curvatus n. sp.						X														
Familia Labrosomidarum "Labrosomidarum" eoceanicus n. sp.						X														
Familia Ammodytidae Ammodytes hexapterus																X		X		X
Ammodytes cf. hexapterus Perciformes, Fam. inc.															X					
"Percoideorum?" subcircularis n. sp. "Percoideorum" sp. 1						X					X									
"Percoideorum" sp. 2 "Perciformorum" sp.1 Familia Psettodidae						X								X						
Psettodes trapeziformis n. sp. Psettodes sp.						X														
Familia Bothidae "Bothidarum" nanus n. sp.						X														
"Bothidarum" sp. 1 "Bothidarum" sp. 2						X														
Familia Pleuronectidae						X														
"Pleuronectidarum" sp. Familia Paralichthyidae															X					
Citharichthys sp. 1									X											
Citharichthys sp. 2										X										
Citharichthys sp. 3															X					X
Citharichthys sp. 4																				X
Citharichthys sp. 5 Familia Cynoglossidae																				X
Symphurus sp. 1 Symphurus sp. 2											X				X					X
Familia incertae "Pleuronectiformorum" sp. 1 "Pleuronectiformorum" sp. 2											X			X	X					

Tabelle 4: Stratigraphische Reichweite der durch eigene Arbeiten im Tertiär der Atlantic Coastal Plains nachgewiesenen Fisch-Taxa.

Table 4: Stratigraphical Range of fish taxa in the Tertiary of the Atlantic Coastal Plains based on own record only.











	W. Atlantic Ocean										E. Atlantic Ocean																				
	P	Eoc.		Ol.		Mioc.		Pl.			P	Eoc.		Ol.		Mioc.		Pl													
		L	M	U	L	U	L	M	U	L	U	R	L	M	U	L	U	L	M	U							L	U	R	Z	I
Eretmichthys																										X					
Glyptophidium																										X					
Holcomycteronus																										X					
Homostolus																										X					
Hoplobrotula																										X					
Hypopleuron																										X					
Lamprogrammus																										X					
Leucicorus																										X					
Luciobrotula																										X					
Mastigopterus																										X					
Monomitopus																										X					
Neobythites																										X					
Ophidypterus																										X					
Praegenypterus																										X					
Paragenypterus																										X					
Penopus																										X					
Porogadus																										X					
Pycnocraspedum																										X					
Selachophidium																										X					
Spectrunculus																										X					
Zonobythites																										X					
Tauredophidium																										X					
Xyelacyba																										X					
Bythitidae																										X					
Bythitinae																										X					
Abythites																										X					
Oligophidium																										X					
Bellottia																										X					
Bythites																										X					
Calamopteryx																										X					
Cataetyx																										X					
Diplacanthopoma																										X					
Hephthocara																										X					
Oligopus																										X					
Paradiplacanthopoma																										X					
Saccogaster																										X					
Stygnobrotula																										X					
Thalassobathia																										X					
Brosmophycinae																										X					
Dinematichthyini																										X					
Brotulina																										X					
Dermatopsis																										X					
Dinematichthys																										X					
Dipulus																										X					
Gunterichthys																										X					
Monothrix																										X					
Ogilbia																										X					
Brosmophycini																										X					
Bidenichthys																										X					
Brosmophyciops																										X					
Brosmophycis																										X					
Lucifuga																										X					
Aphyonidae																										X					
Aphyonus																										X					
Barathronus																										X					
Berycoidei																										X					
Trachichthyidae																										X					
Gephyroberyx																										X					
Hoplostethus																										X					
Optivus																										X					
Berycidae																										X					
Centroberyx																										X					
Monocentrinae																										X					

Tabelle 5/Table 5





	W. Atlantic Ocean										E. Atlantic Ocean													
	P	Eoc.	Ol.	Mioc.	Pl.							P	Eoc.	Ol.	Mioc.	Pl.								
	L	M	U	L	U	L	M	U	L	U	R	L	M	U	L	U	L	M	U	L	U	R	Z	I
Argyrosomus											-						X	X	X	X	X			
Bairdiella											X													
Ctenosciaena					R																			
Cynoscion				X	R	R	R				X						#					+		
Equetus											X													
Genyonemus						R					X						#					+		X
Isopisthus					X	X	X				X													X
Larimus				X	X	X	R				X													X
Leiostomus					R		R				X													
Macrodon					X	X	X				X													
Menticirrhus					R						X													
Micropogonias								R			X													
Nebris				X	X						X													
Odontoscion											X													
Otolithes																						X		
Pachypops					#						+											+	+	+
Pachyurus					#	R					+											+	+	+
Plagioscion					X	X	X				X													
Pogonias					#	R		X			X													
Polyclemus					X						X													
Pteroscion																						X		
Roncador																						X		X
Sciaena											X											X		X
Sciaenops					#	#		R			X													
Sigmurus					X	X					X													
Stellifer											X													
Umbrina				X	X	X					X			X	X	X	X	X				X	X	X
Pempheridae					X						X				?							X		X
Synagropidae											X											X		X
Synagrops											X						?	?				X		X
Cepolidae			X								-	X	X									X	-	-
Cepola			X								-	X	X									X	-	-
Pomatomidae											X											X	X	X
Pomatomus											X											X	X	X
Scombrops											-											-	X	-
Polynemidae											X	X										X	X	X
Pentanemus											X											X		
Polydactylus											X													
Polynemus											X	X												
Mugiloidei			X								X											X	X	X
Mullidae											X											X	X	X
Mullus											X											X	X	X
Mugilidae			X								X	X	X									X	X	X
Mugil											X	X	X	X								X	X	X
Liza											X											X	X	X
Sphyraenoidei			X		X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X
Sphyraenidae			X		X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X
Sphyraena			R		R	R	R				X	X	X	X	X	X	X					X	X	X
Labroidei			X								X											X	X	X
Labridae											X											X	X	X
Scaridae			R								X											X	X	X
Trachinoidei			X		X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X
Percophidae			R								X	X	X	X	X	X	X					X	X	X
Bembrops			R								X	X	X	X	X	X	X					X	-	
Trachinidae			X	X							X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X
Trachinus											-													
Uranoscopidae											X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X
Astroscopus						X	X	R			X	X	X	X	X	X	X					X	X	X
Kathetostoma						R	R	R			X	X	X	X	X	X	X					X	X	X
Uranoscopus											X											X	X	X
Blennioidei			X								X											X	X	X
Blenniidae			R								X											X	X	X
Clinidae											X											-		X

Tabelle 5/Table 5





Taxa	EUROPE					N. AMERICA						
	P	E	O	M	P	R	P	E	O	M	P	R
Gadiformes/Gadoidei Bregmacerotidae Bregmaceros Bregmaceros oblongus SCHWARZHANS, 1977 Bregmaceros troelli DANTE & FRIZZELL, 1965 Bregmaceros catulus SCHUBERT, 1908) Bregmaceros albyi (SAUVAGE, 1880) Bregmacerotidae, genus indet. "genus Bregmacerotidarum" minimus (FROST, 1934) Moridae		X	X	X	X	X		X		X	X	X
Physiculus Physiculus huloti POLL, 1953 Gadidae Merlucciinae Merluccius Merluccius nodosus STINTON, 1977 Merluccius sheperdi SCHUBERT, 1916 Merluccius albidus (MITCHILL, 1817) Merluccius merluccius (LINNAEUS, 1758) Palaeogadus	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X
Palaeogadus serratus STINTON, 1966 Palaeogadus germanus FEDOTOV, 1970 Palaeogadus latebrosus DANILTSHENKO, 1960 Palaeogadus compactus GAEMERS & VAN HINSBERGH, 1978 Palaeogadus emarginatus (KOKEN, 1884) Palaeogadus intergerinus DANILTSHENKO, 1947 Palaeogadus atropatanus BOGATSHOV, 1933 Merlucciinae, genus indet. "genus Merlucciinarum" altus NOLF, 1977 "genus Merlucciinarum" elegans (STINTON, 1977)		X		X	X							
"genus Merlucciinarum" tejkali (BRZOBOH. & SCHULTZ, 1978) Lotinae Raniceps Raniceps hermani NOLF, 1978 Raniceps latisulcatus (KOKEN, 1884) Raniceps tuberculatus (KOKEN, 1884) Raniceps gramensis (GAEMERS, 1978) Raniceps regularis (GAEMERS, 1976) Raniceps raninus (LINNAEUS, 1758) Molva	X	X	X	X	X							X
Molva? praecognata (SCHWARZHANS, 1977) Molva iizukai NOLF, 1977 Phycis Phycis amplus n. sp. Phycis simplex (KOKEN, 1891) Phycis tenuis (KOKEN, 1891) Phycis blennioides (BRÜNNICH, 1768) Urophycis Urophycis regius (WALBAUM, 1792) Urophycis tenuis (MITCHILL, 1815)	X		X	X	X	X		X	X			
Ciliata Ciliata mustela Enchelyopus Gaidropsarus Gaidropsarus bergensis (GAEMERS, 1972) Gaidropsarus acuticaudatus GAEMERS, 1973 Brosme Brosme heinrichi GAEMERS, 1973 Gadinae Arctogadus					X						A	X
Boreogadus Gadiculus Gadiculus altus (GAEMERS & VAN HINSBERGH, 1978) Gadiculus attenuatus (KOKEN, 1891))		X	X	X	X				X			X

Tabelle 5/Table 5



Taxa	EUROPE					N. AMERICA						
	P	E	O	M	P	R	P	E	O	M	P	R
Echiodon Echiodon nuntius (KOKEN, 1891) Echiodon posterus (KOKEN, 1891) Echiodon heinzelini HUYGHEBAERT & NOLF, 1979 Echiodon elongatus (GAEMERS & SCHWARZHANS, 1977) Echiodon praeimberbis (WEILER, 1971) "genus Carapinorum" novus (SULC, 1932) Ophidiidae Brotulinae Brotula		X	X	X	X							
Brotula aquitana NOLF, 1980 Brotula barbata (BLOCH & SCHNEIDER, 1801) Brotula clarkae HUBBS, 1944 Ophidiinae Lepophidiini Lepophidium Lepophidium staurophor ROBINS, 1958 Lepophidium latesulcatum NOLF & STRINGER Lepophidium cervinum Lepophidium elongatum n. sp.	X									X	X	X
Lepophidiini, genus indet. "genus Lepophidiinorum" lamberi (DANTE & FRIZZELL, 1965) "genus Lepophidiinorum" mucronatus (KOKEN, 188) "genus Lepophidiinorum" steurbauti NOLF, 1980 Ophidiini Chilara Chilara taylori (GIRARD, 1858) Ophidion Ophidion grayi (FOWLER, 1948) Ophidion welshi (NICHOLS & BREDER, 1922)							X	X	X	X	X	X
Ophidion saxolensis (BASSOLI, 1906) Ophidion springeri NOLF, 1978 Otophidium Ophidion lagochila Otophidium robustum NOLF & STRINGER Otophidium robinsi NOLF & STRINGER Otophidium nolfi n. sp. "genus aff. Otophidium" gottfriedei n. sp. Parophidion Parophidion schmidti (WOODS & KANAZAWA, 1951)				X	X							
Rissola "genus Ophidiinorum" compactus (GAEMERS & SCHWARZH., 1973) "genus Ophidiinorum" lacinus n. sp. Neobythitinae Sirembini Ampheristus Ampheristus protensus (STINTON, 1977) Ampheristus lerichei (STINTON & NOLF, 1970) Ampheristus toliapicus KOENIG, 1825 (skeleton) Ampheristus waltoni (SCHUBERT, 1916)				X							X	
Dannevigia Dannevigia bartonensis (SCHUBERT, 1916) Hoplobrotula Hoplobrotula greenwoodi NOLF, 1980 Hoplobrotula robusta NOLF, 1980 Hoplobrotula melrosensis (DANTE & FRIZZELL, 1965) Hoplobrotula difformis (KOKEN, 1884) Hoplobrotula tuberosa (ROBBA, 1970) Hoplobrotula elongata (WEILER, 1942) Hoplobrotula gibba (BASSOLI, 1906)		X								X		
Sirembo Sirembo boettgeri (KOKEN, 1891) Sirembo obotritus (KOKEN, 1891) "genus aff. Sirembo" elevatus - group			X	X								

Tabelle 5/Table 5



Taxa	EUROPE					N. AMERICA						
	P	E	O	M	P	R	P	E	O	M	P	R
"genus Ophidiidarum" nicoli (DANTE & FRIZZELL, 1965)							X					
"genus Ophidiidarum" stenzeli (DANTE & FRIZZELL, 1965)							X					
"genus Ophidiidarum" rzehaki (SCHUBERT, 1906)				X								
Bythitidae												
Bythitinae												
Diplacanthopoma				X		X	X					
Diplacanthopoma tortonesi (NOLF, 1977)				X								
Diplacanthopoma pauper (SCHWARZHANS, 1979)						X						
Oligopus	X	X	X	X	X	X						
Oligopus argutus (STINTON, 1966)	X											
Oligopus pseudoacuminatus (SULC, 1932)	X											
Oligopus obliquus (WEILER, 1942)		X										
Oligopus bassolii NOLF, 1980				X	X							
Stygnobrotula												X
Gunterichthys												X
Bythitinae, genus indet.												
"genus Bythitinarum" marchicus (KOKEN, 1891)				X								
"genus Bythitinarum" occultoides (SCHUBERT, 1906)				X								
Brosmophycinae												
Dinematichthyini												
Dermatopsis												
"genus aff. Dermatopsis" boratschensis (SCHUBERT, 1906)				X								
Dipulus												
Dipulus mediterraneus NOLF & CAPPETTA, 1980				X								
Ogilbia												
Ogilbia lapierrei (NOLF, 1978)	X											
Ogilbia sulcata (NOLF, 1973)	X											
Ogilbia sulcata (NOLF, 1973)	X											
Ogilbia dispar (KOKEN, 1891)				X								
"genus aff. Ogilbia" heinzelini LANCKNEUS & NOLF, 1979						-X-						
Dinematichthyini, genus indet.												
"genus Dinematichthynorum" astrictus (STINTON, 1977)	X											
"genus Dinematichthynorum" symmetricus (FROST, 1934)	X											
"genus Dinematichthynorum" sauli NOLF & STRINGER										X		
"genus Dinematichthynorum" smithvanizi NOLF & STRINGER										X	X	
Bithytidae incertae												
"genus Bythitidarum" occultus (KOKEN, 1891)				X								
Perciformes/Percoidei												
Sciaenidae												
Aplodinotus												
"genus aff. Aplodinotus" primigenius n. sp.										X		
Argyrosomus												
Argyrosomus similis (WEILER, 1966)				X								
Argyrosomus regius (ASSO, 1801)				X		X						
Bairdiella												
Bairdiella ronchus (CUVIER, 1830)										X	X	X
Ctenosciaena												
Ctenosciaena mexicana (LERICHE, 1938)										X		
Ctenosciaena inframaenica n. sp.										X		
Ctenosciaena latecaudata NOLF & STRINGER										X		
Ctenosciaena gracilicirrhus (METZELAAR)										A		X
Cynoscion												
Cynoscion senior n. sp.										X		
Cynoscion nebulosus (CUVIER, 1830)											X	
"genus aff. Cynoscion" " fitchi n. sp.												
Equetus										X		X
Genyonemus										X		P
Genyonemus calvertensis n. sp.										X		
"genus aff. Genyonemus" pertenuis n. sp.										X		
Isopisthus										X	X	X
Larimus										X	X	X
Larimus breviceps CUVIER, 1830										X		X
Larimus fasciatus HOLBROOK, 1855										X		X
Leiostomus										X	X	X
Leiostomus compressus n. sp.										X		

Taxa	EUROPE					N. AMERICA						
	P	E	O	M	P	R	P	E	O	M	P	R
Leiostomus crassior n. sp.										X		
Leiostomus xanthurus LACEPEDE, 1802										X	X	X
Macrodon										X	X	X
Menticirrhus										X	X	X
Menticirrhus chaoi NOLF & STRINGER										X		
Menticirrhus littoralis (HOLBROOK, 1855)										A	X	
Micropogonias										X	X	
Micropogonias undulatus										A	X	
Nebris										X	X	
Nebris microps Cuvier, 1830										X	X	X
Pachypops										X	X	X
"genus aff. Pachypops" silverdalensis n. sp.										X		
Pachyurus										X	X	X
"genus aff. Pachyurus" atavus n. sp.										X		
"genus aff. Pachyurus" breviporus n. sp.										X	A	
"genus aff. Pachyurus" jeanae n. sp.										X	X	
Pareques										X	X	X
Plagioscion										X	X	X
Pogonias										X	X	X
Pogonias cromis (LINNAEUS, 1758)											A	X
Polyclemus										X	X	
Sciaenops											X	X
Sciaenops ocellatus (LINNAEUS, 1758)											A	X
"genus aff. Sciaenops" eastmani (DANTE, 1953)										X		
"genus aff. Sciaenops" schwarzansi n. sp.										X		
"genus aff. Sciaenops" paraeastmani n. sp.										X		
"genus aff. Sciaenops" onslowensis n. sp.										X		
Stellifer												X
Umbrina												
Umbrina alsheimensis WEILER, 1963				X								
Umbrina cirrhosa (LINNAEUS, 1758)				A		X						
Umbrina ronchus VALENCIENNES, 1843				A		X						
Umbrina moguntina (WEILER, 1942)				X								
Umbrina pyrenaica (PRIEM, 1911)				X								
Umbrina rhenana (WEILER, 1958)				X								
Umbrina crassa n. sp.										X	X	
Umbrina schwimmeri n. sp.										X	X	
"genus aff. Umbrina" bohaskai n. sp.										X		
"genus aff. Umbrina" ventriosa n. sp.										X		
"genus aff. Umbrina" kokeni (SCHUBERT, 1902)				X								
"genus aff. Umbrina" eanesi n. sp.								X				
"genus aff. Umbrina" livesyi n. sp.								X				
Sciaenidae, genus indet.												
"genus Sciaenidarum" curvatus n. sp.												
"genus Sciaenidarum" eporectus KOKEN, 1888									X			
"genus Sciaenidarum" claybornensis KOKEN, 1888									X			
"genus Sciaenidarum" copelandi DANTE & FRIZZELL, 1965									X			
"genus Sciaenidarum" barthassadensis NOLF & CAPPETTA 1980				X								
"genus Sciaenidarum" fuchsi SCHUBERT, 1902				X								
"genus aff. Cynoscion" holsaticus (KOKEN, 1891)				X								
"genus aff. Genyonemus" teutonicus WEILER, 1942				X								
Sparidae												
Sparinae												
Calamus												X
Diplodus				X		X						X
Diplodus bermudensis												X
Diplodus holbrooki												X
Diplodus rhomboides												X
Diplodus karrerae NOLF & STEURBAUT, 1979				X								
Diplodus racheboeufi LANCKNEUS & NOLF, 1979				X								
Lagodon										X		
Lithognathus												
Lithognathus pectinoides (STINTON & NOLF, 1970)		X										
Lithognathus mormyrus (LINNAEUS, 1758)				X		X						

Tabelle 5/Table 5



**Tafel 1**

Fig. 1a-b: *Hexanchus* aff. *griseus* (BONNATERRE, 1788)

Lateraler Zahn Nr. S115, Unterkiefer, a: lingual, b: labial, x1,25; Pungo River Formation oder Yorktown Formation (Oberflächenmaterial, nicht horizontalisiert, leg. J. Hooper, Solomons), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 2-3: *Notorhynchus primigenius* (AGASSIZ, 1843)  
Unvollständige Lateralzähne Nr. S116(P35) und S117(P35), x1,5; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 4-6: *Squalus* aff. *alsaticus* (ANDREAE, 1892)  
Laterale Zähne Nr. S118(P35); S119(P35) und S120, x12,5, a: lingual, b: labial; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 7: *Squalus* aff. *acanthias* (LINNAEUS, 1758)  
Lateraler Zahn Nr. S121(P35), x12,5, labial; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 8: *Eostegostoma* sp.  
Anterolateraler Zahn Nr. S1(P67), labial, x12,5; Piney Point Formation (Bed A); Virginia (Pamunkey River-Sektion, Horseshoe).

9-10: *Pristiophorus* sp.  
9: rostraler Zahn Nr. S122(P35), 10: oraler Zahn Nr. S123(P35), occlusal; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

11-12: *Squalus* aff. *smithi* HERMAN, 1982  
anterolaterale Zähne Nr. S124(P67) und S125(P67), labial, x18; Piney Point Formation (Bed A); Virginia (Pamunkey River-Sektion, Horseshoe).

13: *Nebrius thielensi* (WINKLER, 1873)  
Anterolateraler Zahn Nr. S126(P34), labial, x7,5; Piney Point Formation (Bed A); Virginia (Pamunkey River-Sektion).

14-15: *Cetorhinus parvus* LERICHE, 1908  
Branchiospinae Nr. S127(P35) und S128(P35), x7,5; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

**Plate 1**

Fig. 1a-b: *Hexanchus* aff. *griseus* (BONNATERRE, 1788)

Lateral tooth No. S115, lower jaw, a: lingual, b: labial, x1,25; Pungo River Formation or Yorktown Formation (on surface collected, not labelled, leg. J. Hooper, Solomons), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 2-3: *Notorhynchus primigenius* (AGASSIZ, 1843)  
Incomplete lateral teeth No. S116(P35) and S117(P35), x1,5; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 4-6: *Squalus* aff. *alsaticus* (ANDREAE, 1892)  
Lateral teeth No. S118(P35); S119(P35) und S120, x12,5, a: lingual, b: labial; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 7: *Squalus* aff. *acanthias* (LINNAEUS, 1758)  
Lateral tooth No. S121(P35), x12,5, labial; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

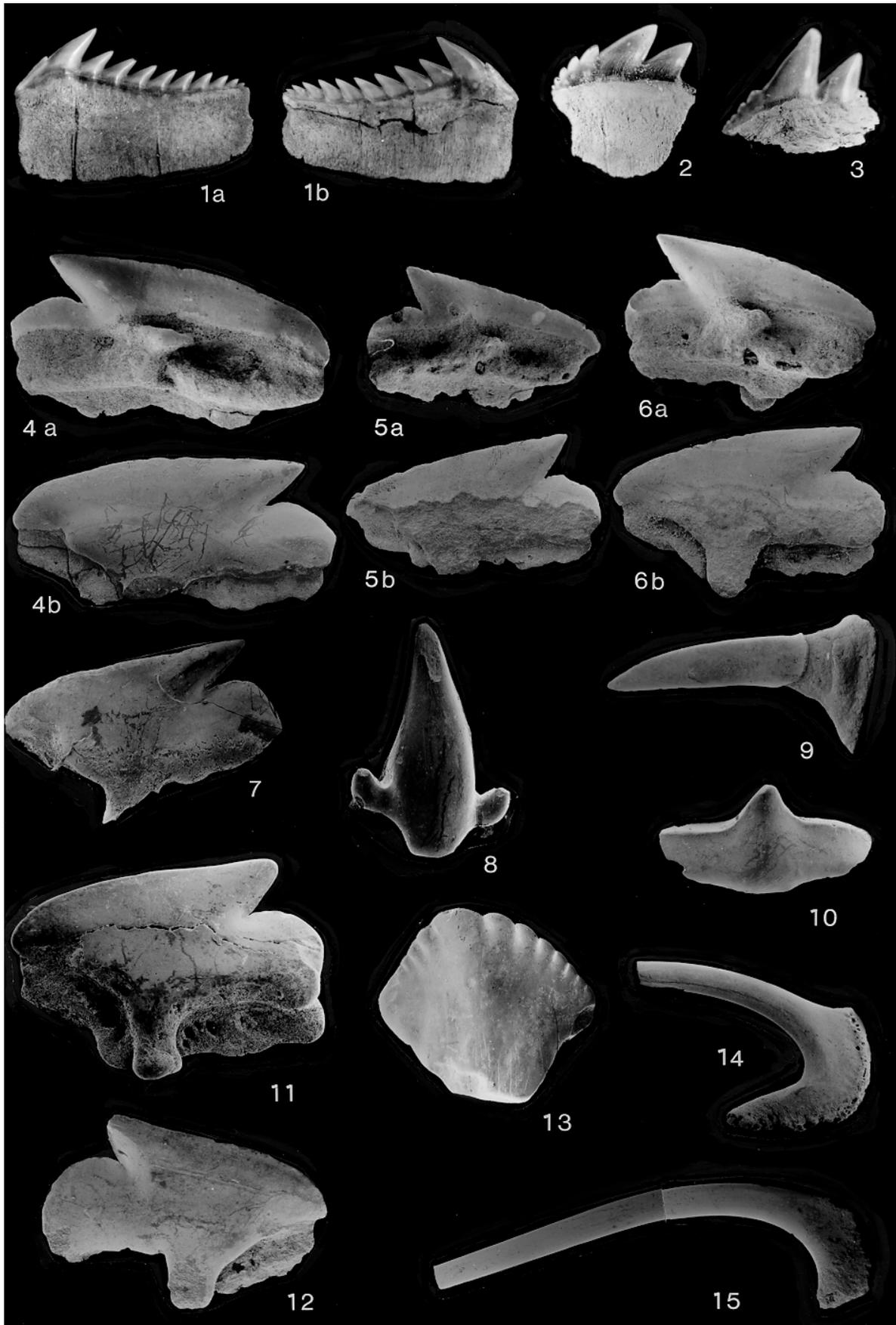
Fig. 8: *Eostegostoma* sp.  
Anterolateral tooth No. S1(P67), labial, x12,5; Piney Point Formation (Bed A); Virginia (Pamunkey River section, Horseshoe).

9-10: *Pristiophorus* sp.  
9: rostral tooth No. S122(P35), 10: oral tooth No. S123(P35), occlusal; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

11-12: *Squalus* aff. *smithi* HERMAN, 1982  
anterolateral teeth No. S124(P67) und S125(P67), labial, x18; Piney Point Formation (Bed A); Virginia (Pamunkey River section, Horseshoe).

13: *Nebrius thielensi* (WINKLER, 1873)  
Anterolateral tooth No. S126(P34), labial, x7,5; Piney Point Formation (Bed A); Virginia (Pamunkey River section).

14-15: *Cetorhinus parvus* LERICHE, 1908  
Branchiospinae No. S127(P35) und S128(P35), x7,5; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

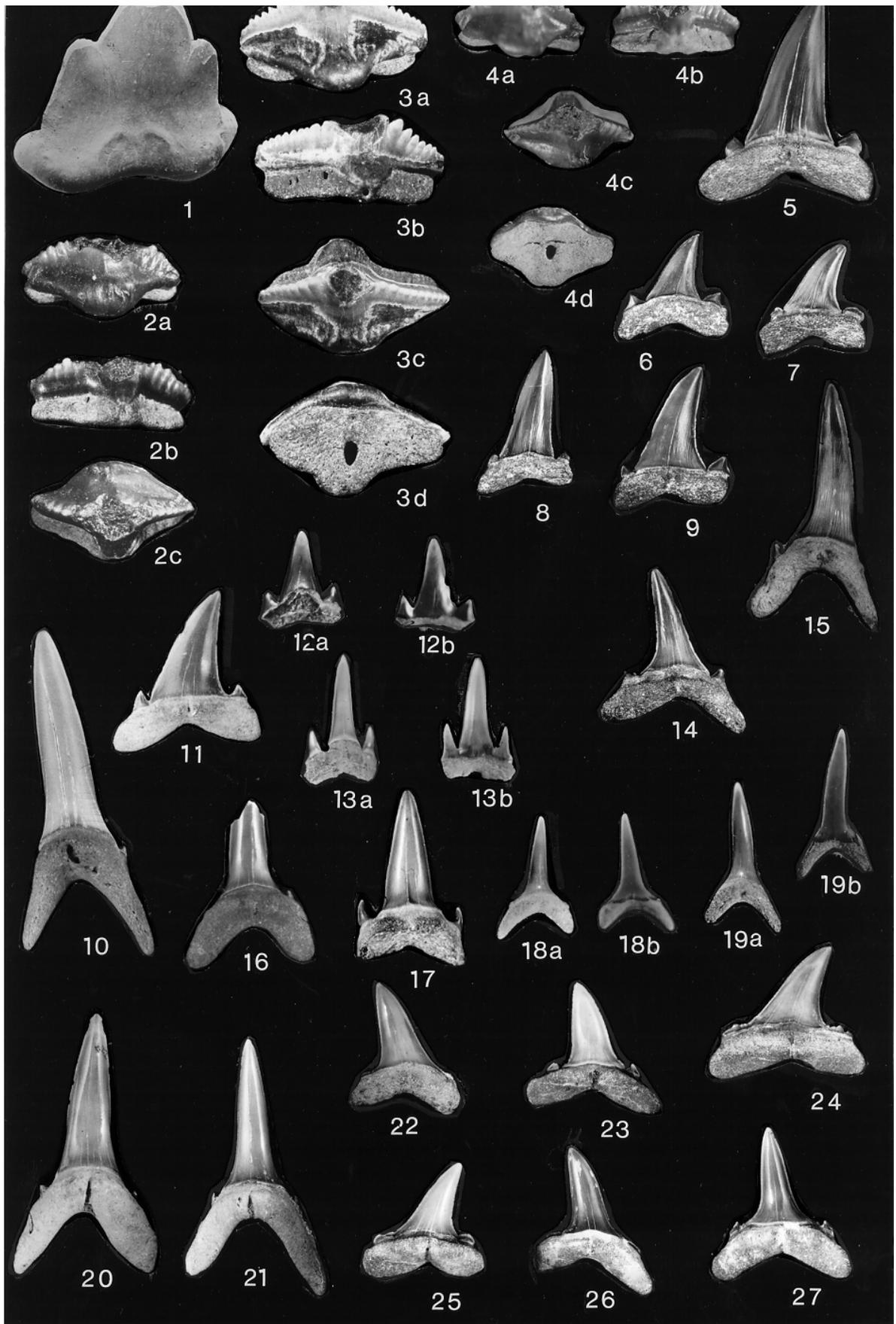


**Tafel 2**

- Fig. 1: *Heterodontus* sp. 2  
Zahn Nr. S129(P42), x10, labial; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).
- Fig. 2-4: *Ginglymostoma delfortriei* DAIMERIES, 1889  
Zähne Nr. S130-132(P49). Carolina, Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).
- Fig. 5-9: *Striatolamia macrotia* (AGASSIZ, 1843)  
Zähne Nr. 133-137(P25), lingual, x1; Piney Point Formation (Bed A); Virginia (Pamunkey River-Sektion).
- Fig. 10-11: *Carcharias hopei* (AGASSIZ, 1843)  
Zähne Nr. S140-141(P17); x2, a: lingual, b: labial; Piney Point Formation (Bed A), Virginia (Pamunkey River-Sektion).
- Fig. 12-13: *Carcharias vincenti* (WOODWARD, 1899)  
12: lateraler Zahn Nr. S144, 13: anteriorer Zahn Nr. S145, lingual, x1,5; Aquia Formation, Virginia.
- Fig. 14-15: *Striatolamia striata* (WINKLER, 1874)  
14: lateraler Zahn Nr. S138, 15: anteriorer Zahn Nr. S139, x1,5; Virginia (Potomac River, Bull Bluff), Aquia Formation (Paspotansa Member).
- Fig. 16-17: *Striatolamia* sp.  
Anteriore Zähne Nr. S142-143(P25), lingual, x1,5; Piney Point Formation (Bed A); Virginia (Pamunkey River-Sektion).
- Fig. 18-19: *Anomotodon novus* (WINKLER, 1874)  
19: anteriorer Zahn Nr. S146(P17), 20: anterolateraler Zahn Nr. S147(P18), a: lingual, b: Labial, x1,25; Virginia (Potomac River, Bull Bluff), Aquia Formation (Paspotansa Mbr.).
- Fig. 20-27: *Carcharias cuspidatus* (AGASSIZ, 1843)  
20-21: anteriore Zähne Nr. S148(P35) und S149(P49), 22-26: laterale Zähne Oberkiefer Nr. S150(P35), S151(P48), S152(P49), S153(P58) ) und S154(P35), 27: Lateralzahn Unterkiefer Nr. S155(P49), alles x1,5, lingual; 20, 22, 26: Old Church Fm., Virginia (Bottoms Bridge), 21, 24, 27: Pungo River Fm., N. Carolina (Lee Creek Mine).

**Plate 2**

- Fig. 1: *Heterodontus* sp. 2  
Tooth No. S129(P42), x10, labial; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).
- Fig. 2-4: *Ginglymostoma delfortriei* DAIMERIES, 1889  
Teeth No. S130-132(P49). Carolina, Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).
- Fig. 5-9: *Striatolamia macrotia* (AGASSIZ, 1843)  
Teeth No. 133-137(P25), lingual, x1; Piney Point Formation (Bed A); Virginia (Pamunkey River section).
- Fig. 10-11: *Carcharias hopei* (AGASSIZ, 1843)  
Teeth No. S140-141(P17); x2, a: lingual, b: labial; Piney Point Formation (Bed A), Virginia (Pamunkey River section).
- Fig. 12-13: *Carcharias vincenti* (WOODWARD, 1899)  
12: lateral tooth No. S144, 13: anterior tooth No. S145, lingual, x1,5; Aquia Formation, Virginia.
- Fig. 14-15: *Striatolamia striata* (WINKLER, 1874)  
14: lateral tooth No. S138, 15: anterior tooth No. S139, x1,5; Virginia (Potomac River, Bull Bluff), Aquia Formation (Paspotansa Member).
- Fig. 16-17: *Striatolamia* sp.  
Anterior teeth No. S142-143(P25), lingual, x1,5; Piney Point Formation (Bed A); Virginia (Pamunkey River section).
- Fig. 18-19: *Anomotodon novus* (WINKLER, 1874)  
19: anterior tooth No. S146(P17), 20: anterolateral tooth No. S147(P18), a: lingual, b: Labial, x1,25; Virginia (Potomac River, Bull Bluff, Aquia Formation (Paspotansa Mbr.).
- Fig. 20-27: *Carcharias cuspidatus* (AGASSIZ, 1843)  
20-21: anterior teeth No. S148(P35) and S149(P49), 22-26: lateral teeth upper jaw No. S150(P35), S151(P48), S152(P49), S153(P58) ) and S154(P35), 27: lateral tooth lower jaw No. S155(P49), all x1,5, lingual; 20, 22, 26: Old Church Fm., Virginia (Bottoms Bridge), 21, 24, 27: Pungo River Fm., N. Carolina (Lee Creek Mine).



**Tafel 3**

Fig. 1-5: *Carcharias acutissimus* (AGASSIZ, 1843)

1: anteriorer Zahn Nr. 156(P35), x2, lingual und labial; 2: posterolateraler Zahn Nr. S157, x 2, lingual und labial; 3 u. 4: posterolaterale Zähne Nr. S158-159(P35), labial, Old Church Fm., Virginia (Bottoms Bridge); 5: lateraler Zahn Nr. 160(P49), x 2,5, Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (Silverdale).

Fig. 6-8: *Cretolamna* sp.

6: anteriorer Zahn Nr. S161(P17), 17-18: laterale Zähne Nr. S162-163(P17), lingual, x1,5; Virginia (Potomac River, Bull Bluff); Aquia Formation (Paspotansa Member).

Fig. 9-12: *Carcharoides catticus* (PHILIPPI, 1846)

Serie von Oberkieferzähnen, lingual. 9-10: Zähne Nr. 164-164(P35), x 2, Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge); 11-12: Zähne Nr. S166-167, x1,5, Pungo River Formation, N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 13: *Isurus praecursor* (LERICHE, 1805)

Zahn Nr. S68(P32), lingual, x1,25; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Fig. 14-20: *Isurus desori* (SISMONDA, 1849)

14: anteriorer Zahn Oberkiefer Nr. 169(P72); 15-17: laterale Zähne Oberkiefer Nr. S170-S172(P35); 18-20: laterale Zähne Unterkiefer Nr. S173-175(P35), alles lingual; 14: Basis Calvert Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion), 15-20: Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 21-24: *Isurus retroflexus* (AGASSIZ, 1843)

21, 23: laterale Zähne Oberkiefer Nr. S176-S177(P58), 22: lateraler Zahn Unterkiefer Nr. S178(P58), a: lingual, b: labial; 24: anteriorer Zahn Nr. S179(P58), lingual und labial, alles x1; Pungo River Formation, N. Carolina (Lee Creek Mine).

**Plate 3**

Fig. 1-5: *Carcharias acutissimus* (AGASSIZ, 1843)

1: anterior tooth No. 156(P35), x2, lingual and labial; 2: posterolateral tooth No. S157(P35), x 2, lingual and labial; 3 & 4: posterolateral teeth No. S158-159(P35), labial, Old Church Fm., Virginia (Bottoms Bridge); 5: lateral tooth No. 160(P49), x 2,5, Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (Silverdale).

Fig. 6-8: *Cretolamna* sp.

6: anterior tooth No. S161(P17), 17-18: lateral teeth No. S162-163(P17), lingual, x1,5; Virginia (Potomac River, Bull Bluff); Aquia Formation (Paspotansa Member).

Fig. 9-12: *Carcharoides catticus* (PHILIPPI, 1846)

Series of teeth from the upper jaw, lingual. 9-10: teeth No. 164-164(P35), x 2, Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge); 11-12: teeth No. S166-167, x1,5, Pungo River Formation, N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 13: *Isurus praecursor* (LERICHE, 1805)

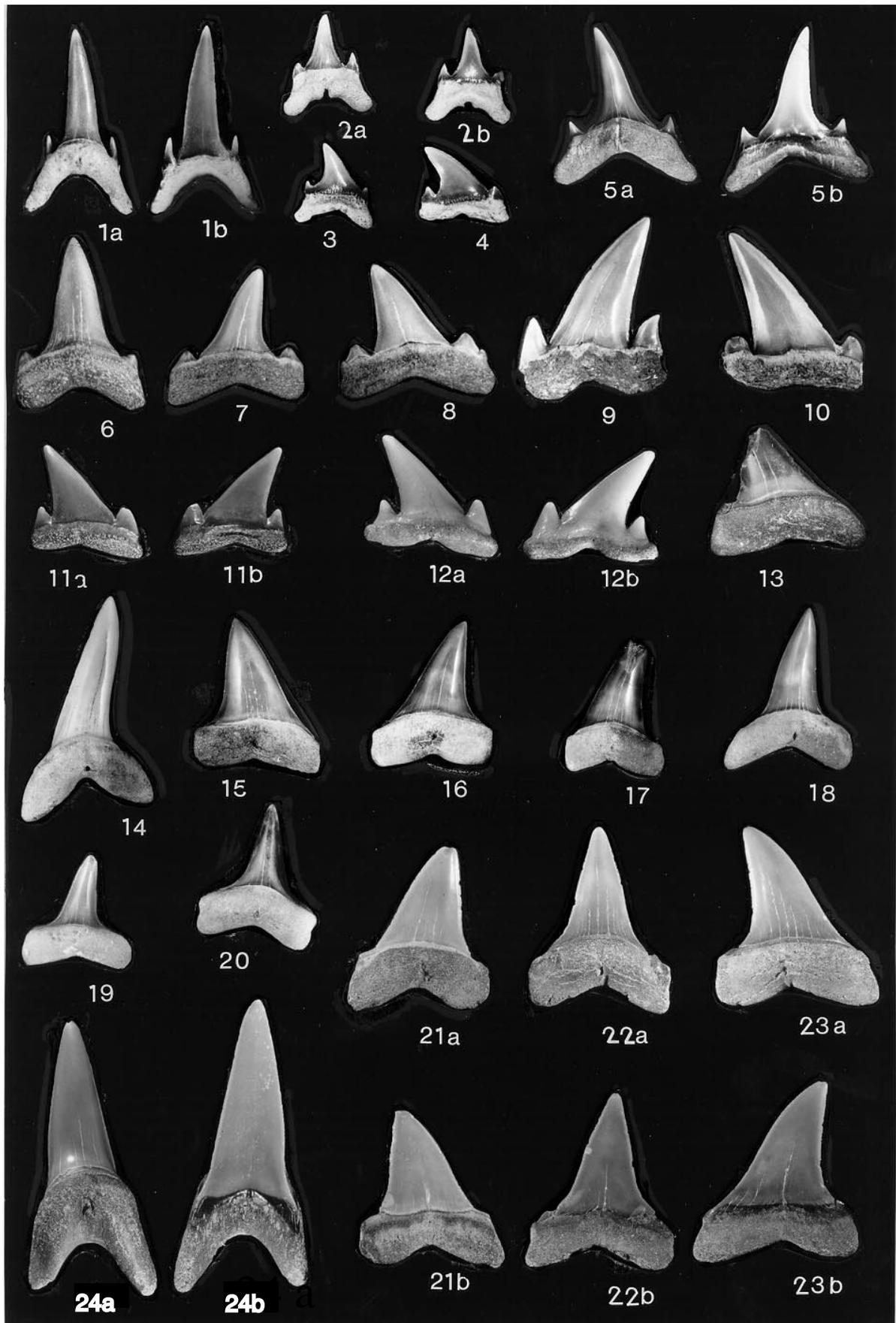
Tooth No. S68(P32), lingual, x1,25; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 14-20: *Isurus desori* (SISMONDA, 1849)

14: anterior tooth from the upper jaw No. 169(P72); 15-17: lateral teeth from the upper jaw No. S170-S172(P35); 18-20: lateral teeth from the lower jaw No. S173-175(P35), all lingual; 14: Base of the Calvert Formation, Virginia (Pamunkey River section), 15-20: Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 21-24: *Isurus retroflexus* (AGASSIZ, 1843)

21, 23: lateral teeth from the upper jaw No. S176-S177(P58), 22: lateral tooth lower jaw No. S178(P58), a: lingual, b: labial; 24: anterior tooth No. S179(P58), lingual and labial, all x1; Pungo River Formation, N. Carolina (Lee Creek Mine).



**Tafel 4**

Fig. 1-4; *Isurus hastalis* (AGASSIZ, 1843)

1: anteriorer Zahn Nr. S180(P39), x1, a: lingual, b: labial, Transgressionshorizont der Eastover Fm., Virginia (Bottoms Bridge); 2-4: laterale Zähne Oberkiefer Nr. S181-183, x1, a: lingual, b: labial; Calvert Fm. oder Choptank Fm. (nicht horizontalisiert), Virginia (Potomac River Horsehead Cliffs)

Fig. 5-6: *Pristis* sp.

Rostrale Zähne Nr. S184/185(P49), x1,5; Belgrade Fm. (Haywood Landing Mbr.), N. Carolina (Silverdale)

Fig. 7,9, 11-13: *Carcharocles angustidens* (AGASSIZ, 1843)

7: lateraler Zahn Nr. S186(P50), x0,6, lingual, Plio-Pleistozän über Silverdale-Beds (umgelagert aus Belgrade Fm.), 9: lateraler Zahn Nr. S187(P49), x0,6, Belgrade Fm. (Haywood Landing Mbr.), beide Zähne N. Carolina (Silverdale). 11-13: Zähne Nr. S188-190(P35), a: lingual, b: labial, x0,6, Old Church Fm., Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 8, 10: *Carcharocles megalodon* (AGASSIZ, 1843)

8: anteriorer Zahn Nr. S211(P39), lingual und labial, x0,5, Transgressionshorizont der Eastover Fm., Virginia (Bottoms Bridge); 10: posterolateraler Zahn Nr. S212, x0,5, lingual und labial, Virginia (Horsehead Cliffs), Calvert oder Choptank Fm.

**Plate 4**

Fig. 1-4; *Isurus hastalis* (AGASSIZ, 1843)

1: anterior tooth No. S180(P39), x1, a: lingual, b: labial, transgression lag of the Eastover Fm., Virginia (Bottoms Bridge); 2-4: lateral teeth from the upper jaw No. S181-183, x1, a: lingual, b: labial; Calvert Fm. or Choptank Fm. (not labelled), Virginia (Potomac River Horsehead Cliffs)

Fig. 5-6: *Pristis* sp.

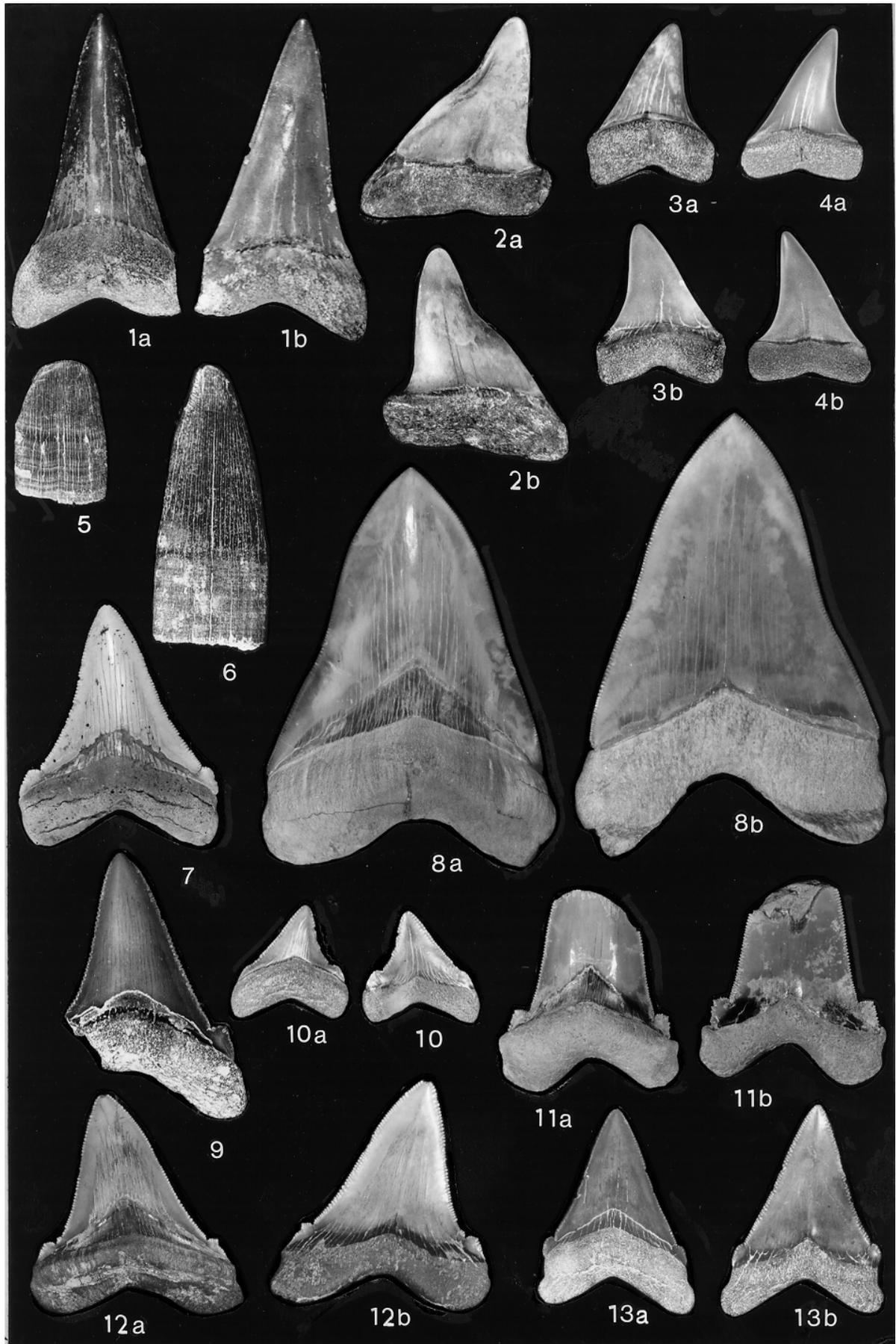
Rostral teeth No. S184/185(P49), x1,5; Belgrade Fm. (Haywood Landing Mbr.), N. Carolina (Silverdale)

Fig. 7,9, 11-13: *Carcharocles angustidens* (AGASSIZ, 1843)

7: lateral tooth No. S186(P50), x0,6, lingual, Plio-Pleistocene above Silverdale Beds (reworked from the Belgrade Fm.), 9: lateral tooth No. S187(P49), x0,6, Belgrade Fm. (Haywood Landing Mbr.), both teeth N. Carolina, Silverdale). 11-13: teeth No. S188-190(P35), a: lingual, b: labial, x0,6, Old Church Fm., Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 8, 10: *Carcharocles megalodon* (AGASSIZ, 1843)

8: anterior tooth No. S211(P39), lingual und labial, x0,5, transgression lag of the Eastover Fm., Virginia (Bottoms Bridge); 10: posterolateral tooth No. S212, x0,5, lingual und labial, Virginia (Horsehead Cliffs), Calvert or Choptank Fm.



**Tafel 5**

Fig. 1a-b: *Galeorhinus* aff. *galeus* (LINNAEUS, 1758)  
Zahn Nr. S213(P35), x10, a: lingual, b: labial; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 2: *Galeorhinus lefevrei* (DAIMERIES, 1891)  
Zahn Nr. S214(P67), lingual, x10; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Fig. 3-6: *Mustelus* sp. 2  
3a-b: Lateralzahn Nr. S215(P14), a: occlusal, b: labial, x15; 4a-b: Zahn Nr. S216(P10), a: lingual, b: basal, x15; 5: anterolateraler Zahn Nr. S217(P14), occlusal; 6a-b: anteriorer Zahn Nr. S218(P10), a: lingual, b: basal; St. Marys Formation (3 u. 5: Little Cove Point Member, 4 u. 6: Windmill Point Member), Maryland (Little Cove Point und Chancellor Point).

Fig. 7-9: *Abdounia* aff. *enniskilleni* (WHITE, 1956)  
7a-b: anteriorer Zahn Nr. S14(P66), a: lingual, b: labial; 8a-b: anterolateraler Zahn Nr. S35(P67), a: lingual, b: labial; 9a-b: lateraler Zahn Nr. S443(P66), a: lingual, b: labial, alles x4,5; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Fig. 10-12: *Abdounia claibornensis* (WHITE, 1956)  
Laterale Zähne Nr. S12(P38), S13(P67), S445(P66), a: lingual, b: labial, x4,5; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Fig. 13-14: *Physogaleus tertius* (WINKLER, 1874)  
Zähne Nr. S16(P25 und S446(P25; a: lingual, b: labial, x3; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Fig. 15-16: *Physogaleus latecuspidatus* n. sp.  
15a-b: anteriorer Zahn Nr. S6(P27), Holotypus, a: lingual, b: labial; lateraler Zahn Nr. S8(P27), Paratypus, a: lingual, b: labial; x6,5 Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Plate 5**

Fig. 1a-b: *Galeorhinus* aff. *galeus* (LINNAEUS, 1758)  
Tooth No. S213(P35), x10, a: lingual, b: labial; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 2: *Galeorhinus lefevrei* (DAIMERIES, 1891)  
Tooth No. S214(P67), lingual, x10; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

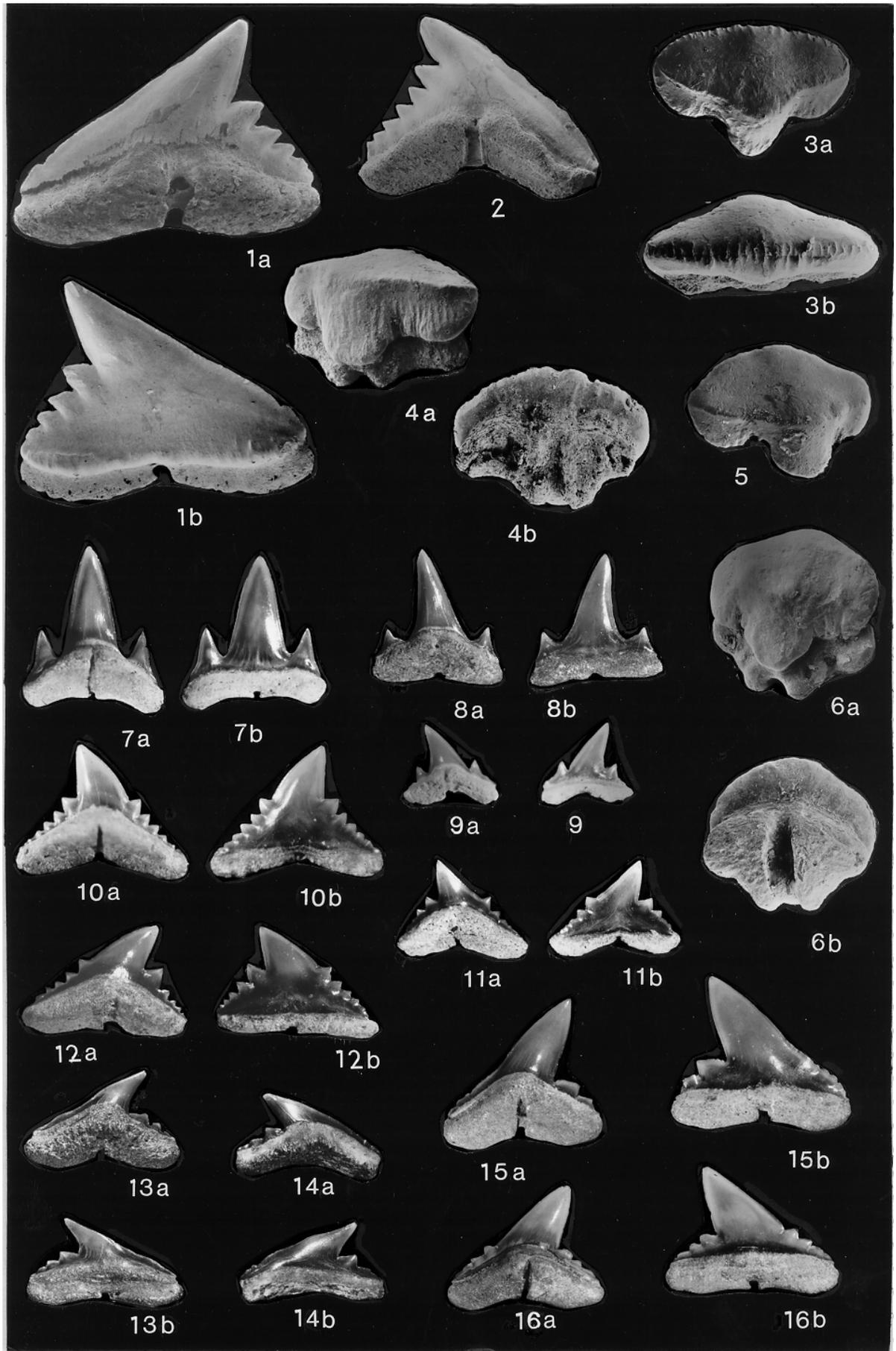
Fig. 3-6: *Mustelus* sp. 2  
3a-b: lateral tooth No. S215(P14), a: occlusal, b: labial, x15; 4a-b: tooth No. S216(P10), a: lingual, b: basal, x15; 5: anterolateral tooth No. S217(P14), occlusal; 6a-b: anterior tooth No. S218(P10), a: lingual, b: basal; St. Marys Formation (3 and 5: Little Cove Point Member, 4 and 6: Windmill Point Member), Maryland (Little Cove Point und Chancellor Point).

Fig. 7-9: *Abdounia* aff. *enniskilleni* (WHITE, 1956)  
7a-b: anterior tooth No. S14(P66), a: lingual, b: labial; 8a-b: anterolateral tooth No. S35(P67), a: lingual, b: labial; 9a-b: lateral tooth No. S443(P66), a: lingual, b: labial, all x4,5; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 10-12: *Abdounia claibornensis* (WHITE, 1956)  
Lateral teeth No. S12(P38), S13(P67), S445(P66), a: lingual, b: labial, x4,5; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 13-14: *Physogaleus tertius* (WINKLER, 1874)  
Teeth No. S16(P25 and S446(P25; a: lingual, b: labial, x3; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 15-16: *Physogaleus latecuspidatus* n. sp.  
15a-b: anterior tooth No. S6(P27), holotype, a: lingual, b: labial; lateral tooth No. S8(P27), paratype, a: lingual, b: labial; x3,5 Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).



**Tafel 6**

Fig. 1-4: *Physogaleus latus* (STORMS, 1894)

Nr. S228-231(P35), x2,5, a: lingual, b: labial; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 5-9: *Carcharhinus elongatus* (LERICHE, 1910)

Serie von Zähnen aus unterschiedlicher Kieferposition, Nr. S232-236(P35), x2,5; a: lingual, b: labial; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 10-12: *Carcharhinus priscus* (AGASSIZ, 1843)

10: Lateralzahn Nr. S237(P15), x5, lingual und labial, Calvert Fm. (Bed 10), Maryland (Aquasco); 11-12: Lateralzahn Nr. S238(P1) und S239(P72), x5, lingual und labial, Choptank Fm. (Boston Cliffs Mbr.), Maryland (Calvert Cliffs-Sektion).

Fig. 13-18: *Carcharhinus egertoni* (AGASSIZ, 1843)

Serie von Zähnen aus unterschiedlicher Kieferposition, Zähne Nr. S239-244(P58), x2,5, a: lingual, b: labial; N. Carolina, (Lee Creek Mine), Pungo River Fm.

**Plate 6**

Fig. 1-4: *Physogaleus latus* (STORMS, 1894)

Series of teeth of different position in the jaws, No. S228-231(P35), x2,5, a: lingual, b: labial; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 5-9: *Carcharhinus elongatus* (LERICHE, 1910)

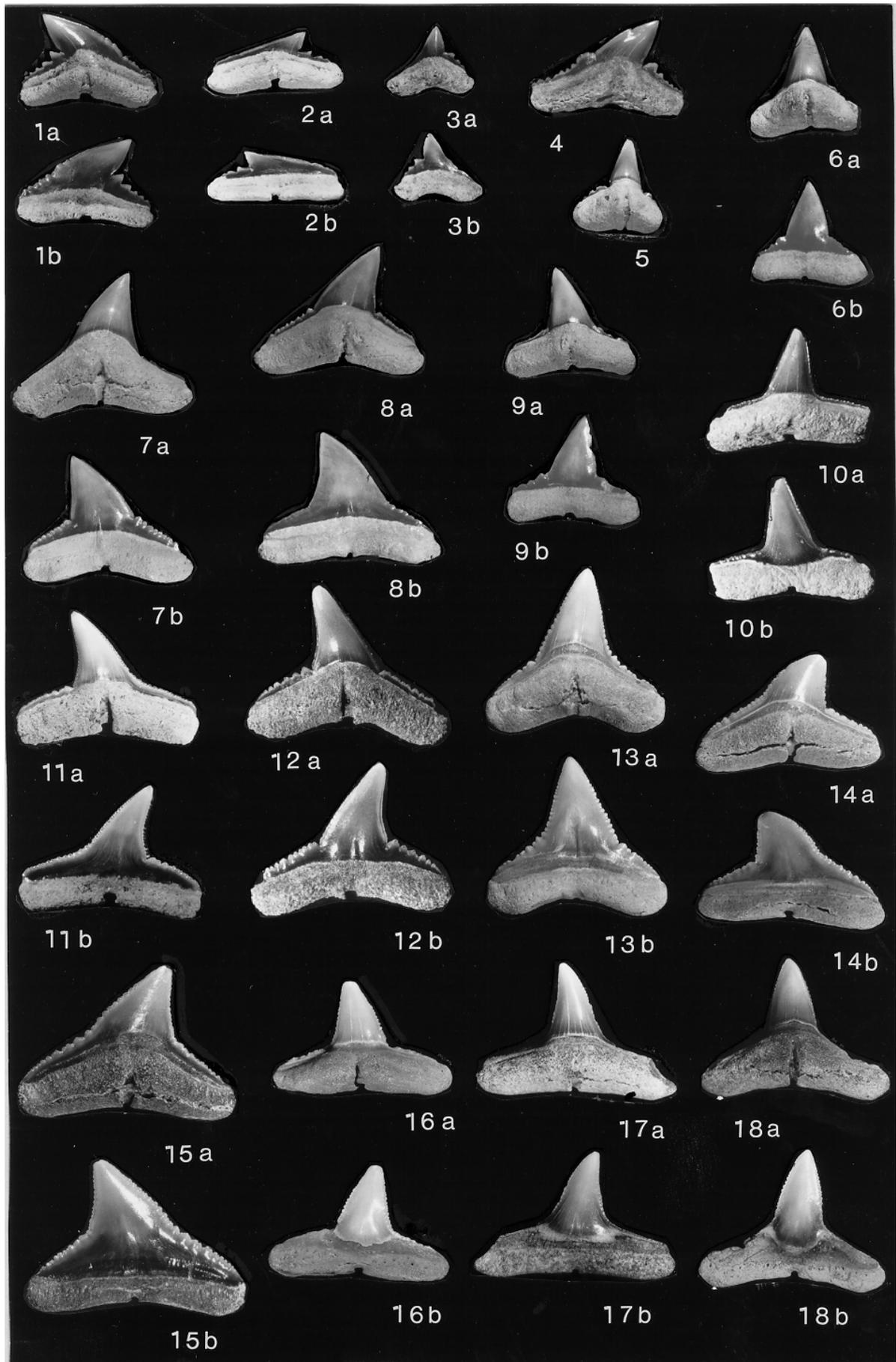
Series of teeth of different position in the jaws, No. S232-236(P35), x2,5; a: lingual, b: labial; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 10-12: *Carcharhinus priscus* (AGASSIZ, 1843)

10: Lateral tooth No. S237(P15), x5, lingual and labial, Calvert Fm. (Bed 10), Maryland (Aquasco); 11-12: lateral teeth No. S238(P1) and S239(P72), x5, lingual and labial, Choptank Fm. (Boston Cliffs Mbr.), Maryland (Calvert Cliffs section).

Fig. 13-18: *Carcharhinus egertoni* (AGASSIZ, 1843)

Series of teeth of different position in the jaws, teeth No. S239-244(P58), x2,5, a: lingual, b: labial; N. Carolina, (Lee Creek Mine), Pungo River Fm.



**Tafel 7**

Fig. 1: *Carcharhinus gilmorei* (LERICHE, 1942)  
Anterolateraler Zahn Oberkiefer Nr. S245(P67), lingual und labial, x 4,5; Piney Point Fm., Virginia (Pamunkey River Sektion).

Fig. 2-4: *Negaprion eurybathrodon* (BLAKE, 1862)  
Unterkieferzähne Nr. S246-249(P49), x2, a: lingual, b: labial; N. Carolina, Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Fig. 5-8, 12: *Pterolamiops longimanus* (POEY, 1861)  
Zähne Nr. S249-253(P57), lingual und labial, x 4,5; Yorktown Fm. (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 9a-b: *Isogomphodon acuarias* (PROBST, 1879)  
Zahn Nr. S240(P49), x1, a: lingual, b: labial; N. Carolina (Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Fig. 10-11: *Rhizoprionodon* aff. *terranovae* (RICHARDSON, 1836)  
Zähne Nr. S255/256(P61), x10, a: lingual, b: labial; Eastover Fm. (Claremont Manor Mbr.), Virginia (James River, Surry County).

**Plate 7**

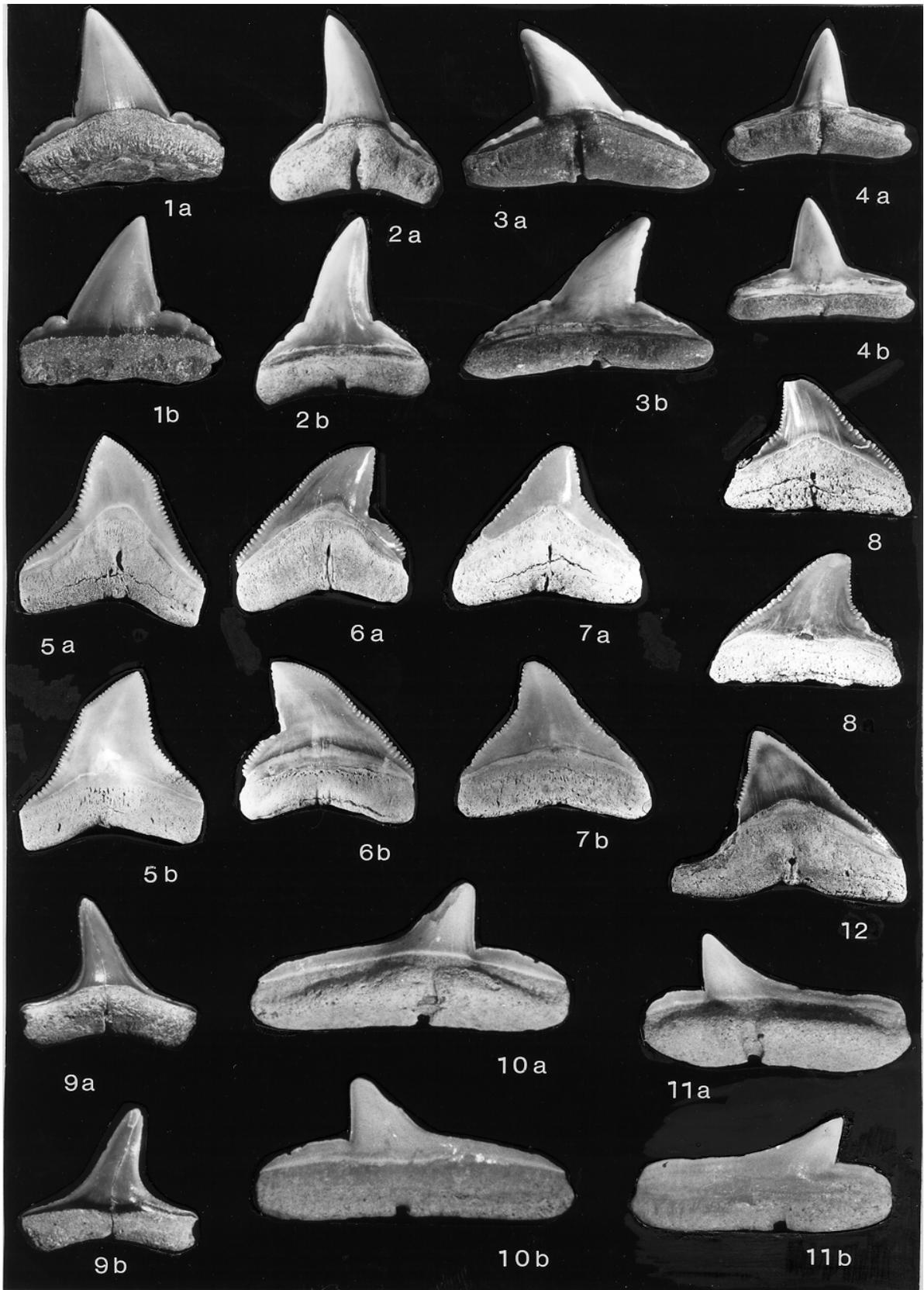
Fig. 1: *Carcharhinus gilmorei* (LERICHE, 1942)  
Anterolateral tooth from the upper jaw No. S245(P67), lingual and labial, x 4,5; Piney Point Fm., Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 2-4: *Negaprion eurybathrodon* (BLAKE, 1862)  
Teeth from the lower jaw No. S246-249(P49), x2, a: lingual, b: labial; N. Carolina, (Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Fig. 5-8, 12: *Pterolamiops longimanus* (POEY, 1861)  
Teeth No. S249-253(P57), lingual and labial, x 4,5; Yorktown Fm. (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 9a-b: *Isogomphodon acuarias* (PROBST, 1879)  
Tooth No. S240(P49), x1, a: lingual, b: labial; N. Carolina (Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Fig. 10-11: *Rhizoprionodon* aff. *terranovae* (RICHARDSON, 1836)  
Teeth No. S255/256(P61), x10, a: lingual, b: labial; Eastover Fm. (Claremont Manor Mbr.), Virginia (James River, Surry County).



**Tafel 8**

Fig. 1: *Rhizoprionodon* aff. *terranovalae* (RICHARDSON, 1836)

Zahn Nr. S257(P14), x12; a: lingual, b: labial; St. Marys Fm. (Little Cove Point Mbr.), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 2-4: *Rhizoprionodon fischeuri* JOLEAUD, 1912

Zähne Nr. S258-260(P52), x7,5; a: lingual, b: labial; N. Carolina (Haywood Landing), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Fig. 5-8: *Sphyrna laevisissima* (COPE, 1867)

Serie von Zähnen unterschiedlicher Kieferposition, Nr. 261-264(P58), x2, a: lingual und b: labial; 5, 6: anteriore Zähne, 7: Lateralzahn Oberkiefer, 8: Lateralzahn Unterkiefer; Pungo River Fm., N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 9-15: *Hemipristis serra* AGASSIZ, 1843

9: Zahn Nr. S265(P47), x 2,5, a: lingual und b: labial, Ashley Fm., S. Carolina (Edisto River, Givhans Ferry); 10-11: Zähne Nr. S266-267(P35), a: lingual und b: labial, 12-15: Zähne Nr. S268-271(P35), lingual, alles x1,75, Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

**Plate 8**

Fig. 1: *Rhizoprionodon* aff. *terranovalae* (RICHARDSON, 1836)

Tooth No. S257(P14), x12; a: lingual, b: labial; St. Marys Fm. (Little Cove Point Mbr.), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 2-4: *Rhizoprionodon fischeuri* JOLEAUD, 1912

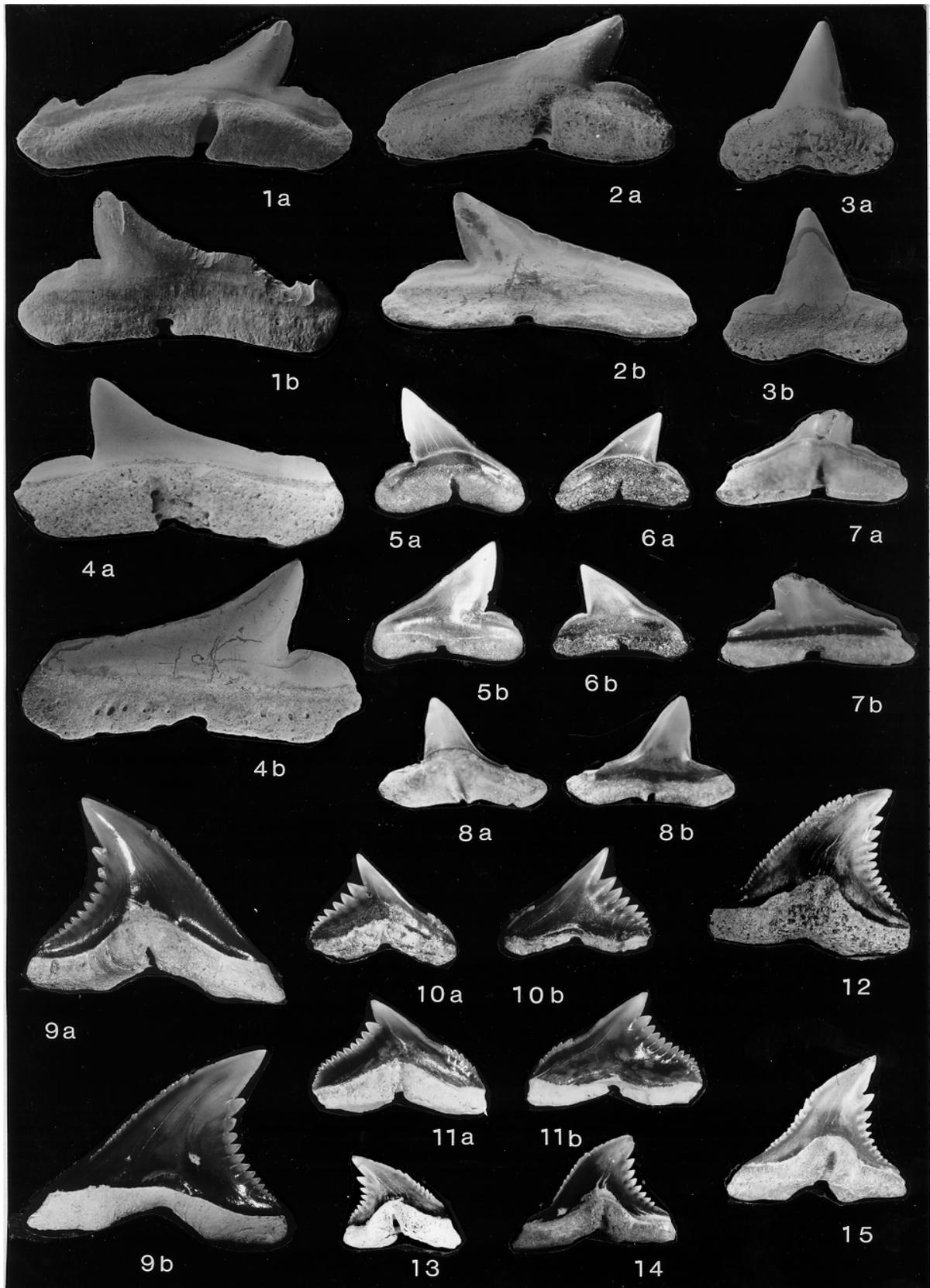
Teeth No. S258-260(P52), x7,5; a: lingual, b: labial; N. Carolina (Haywood Landing), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Fig. 5-8: *Sphyrna laevisissima* (COPE, 1867)

Series of teeth from different positions in the jaws, No. 261-264(P58), x2, a: lingual and b: labial; 5, 6: anterior teeth, 7: lateral tooth from the upper jaw, 8: lateral tooth from the lower jaw; Pungo River Fm., N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 9-15: *Hemipristis serra* AGASSIZ, 1843

9: Tooth No. S265(P47), x 2,5, a: lingual and b: labial, Ashley Fm., S. Carolina (Edisto River, Givhans Ferry); 10-11: teeth No. S266-267(P35), a: lingual and b: labial, 12-15: teeth No. S268-271(P35), lingual, all x1,75, Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).



**Tafel 9**

Fig. 1-9: *Hemipristis serra* AGASSIZ, 1843

1: anteriorer Zahn Nr. S 274 (P72), a: labial und b: lingual, Calvert Fm., Virginia (Pamunkey River Sektion); 2-6: Zähne Nr. S275-279(P49), lingual, N. Carolina (Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member); 7: Zahn Nr. S280, x1,75, lingual, Choptank Formation (Boston Cliffs Member), Scientists Cliffs (Maryland); 8-9: Zähne Nr. S281-282(P58), lingual, Pungo River Formation, N. Carolina (Lee Creek Mine); alles x1,75.

Fig. 10-13: *Alopias* aff. *exigua* (PROBST, 1879)

Zähne Nr. S283-286(P35), x2,5, a lingual, b: labial; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 14: *Alopias exigua* (PROBST, 1879)

Zahn Nr. S287(P49), x2; N. Carolina (Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Fig. 15-17: *Alopias latidens* (LERICHE, 1909)

15: Zahn Nr. 288(P35), x2, a: lingual, b: labial, Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge); 16-17: Zähne Nr. S289-290(P58), x1,75, a: lingual, b: labial, Pungo River Formation, N. Carolina (Lee Creek Mine).

**Plate 9**

Fig. 1-9: *Hemipristis serra* AGASSIZ, 1843

1: anterior tooth No. S 274 (P72), a: labial and b: lingual, Calvert Fm., Virginia (Pamunkey River section); 2-6: teeth No. S275-279(P49), lingual, N. Carolina (Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member); 7: tooth No. S280, x1,75, lingual, Choptank Formation (Boston Cliffs Member), Scientists Cliffs (Maryland); 8-9: teeth No. S281-282(P58), lingual, Pungo River Formation, N. Carolina (Lee Creek Mine); all x1,75.

Fig. 10-13: *Alopias* aff. *exigua* (PROBST, 1879)

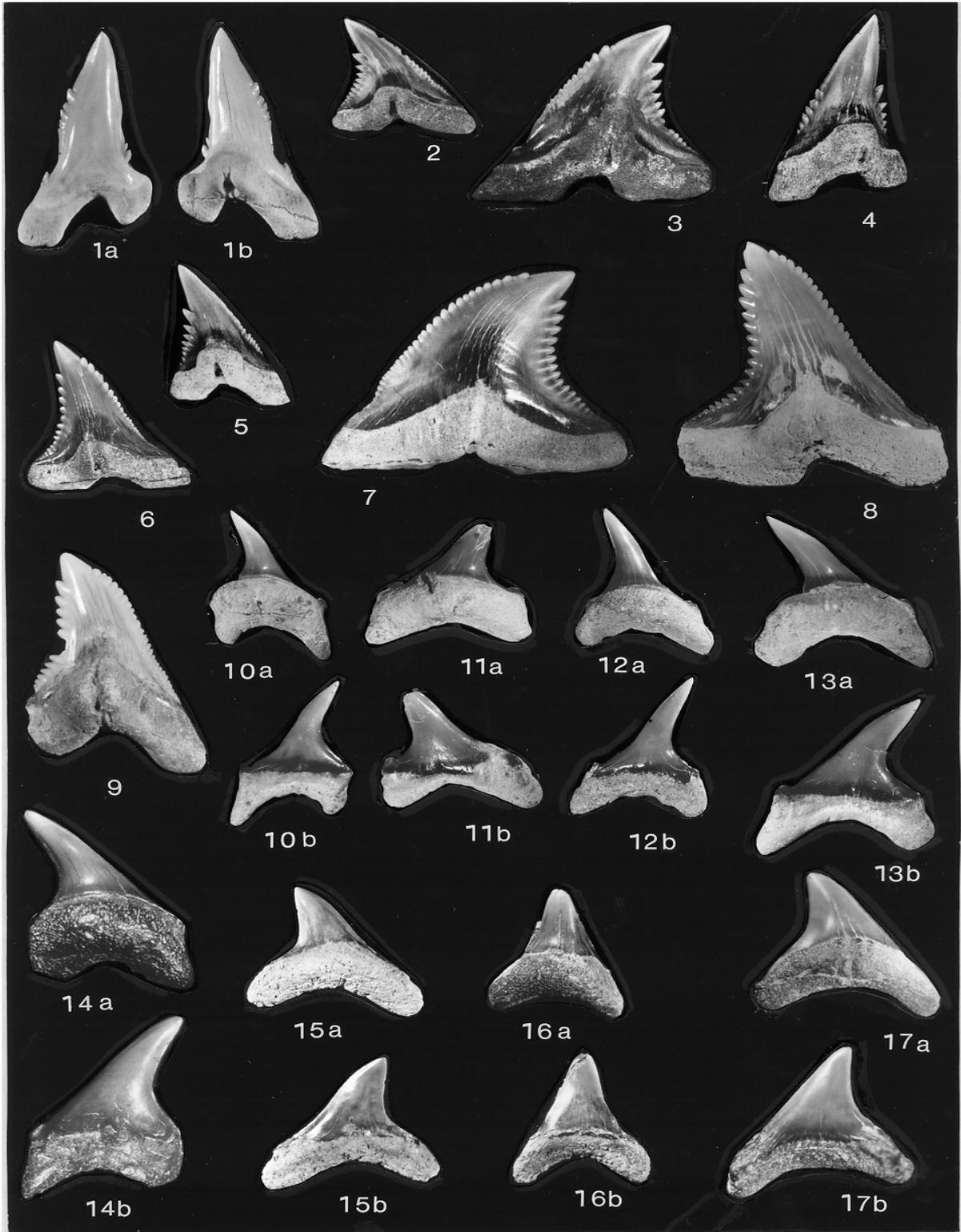
Teeth No. S283-286(P35), x2,5, a lingual, b: labial; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 14: *Alopias exigua* (PROBST, 1879)

Tooth No. S287(P49), x2; N. Carolina (Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Fig. 15-17: *Alopias latidens* (LERICHE, 1909)

15: tooth No. 288(P35), x2, a: lingual, b: labial, Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge); 16-17: teeth No. S289-290(P58), x1,75, a: lingual, b: labial, Pungo River Formation, N. Carolina (Lee Creek Mine).



**Tafel 10**

Fig. 1-8: *Galeocерdo aduncus* (AGASSIZ, 1843)

1-5: Serie von Zähnen aus dem Oberoligozän, Zähne Nr. S291-295(P35), x1,5, a: lingual, b: labial; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge); 6-8: Zähne aus dem Mittelmiozän, Nr. S296-298(P58), x1,5, a: lingual, b: labial; Pungo River Formation, N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 9-16: *Galeocерdo contortus* GIBBES, 1849

9-12: Oberoligozäne Zähne, Nr. S2299-302(P35), x1,5, a: lingual, b: labial; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge); 13-16: mittelmiozäne Zähne, Nr. S2303-306(P58), x1,5, a: lingual, b: labial; Pungo River Formation, N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 17-18: *Galeocерdo latidens* (AGASSIZ, 1843)

Zähne Nr. S307(P30) und S308(P38), x2, a: lingual, b: labial; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

**Plate 10**

Fig. 1-8: *Galeocерdo aduncus* (AGASSIZ, 1843)

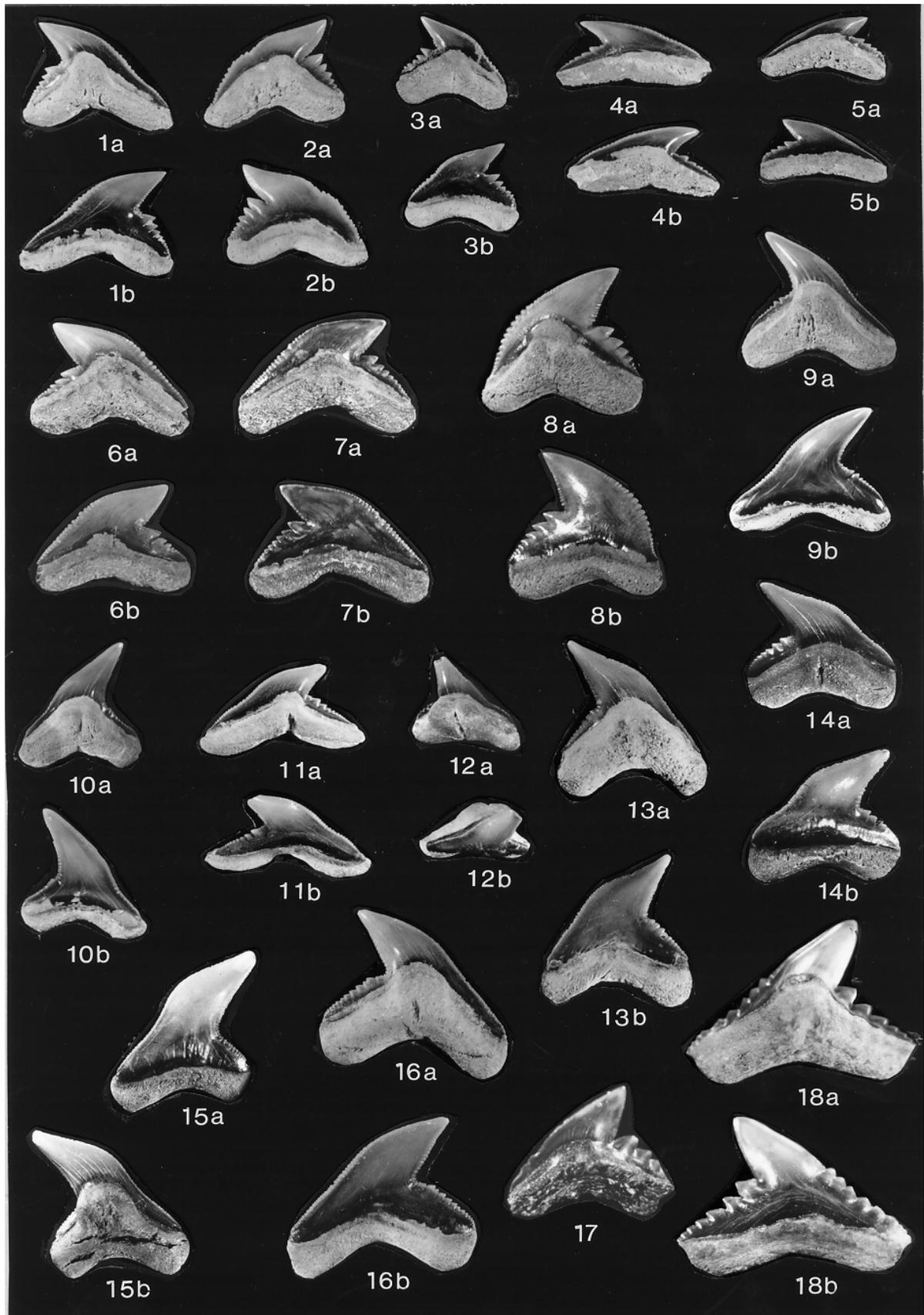
1-5: series of teeth from the late Oligocene, teeth No. S291-295(P35), x1,5, a: lingual, b: labial; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge); 6-8: teeth from the middle Miocene, No. S296-298(P58), x1,5, a: lingual, b: labial; Pungo River Formation, N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 9-16: *Galeocерdo contortus* GIBBES, 1849

9-12: teeth from the late Oligocene, No. S2299-302(P35), x1,5, a: lingual, b: labial; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge); 13-16: teeth from the middle Miocene, No. S2303-306(P58), x1,5, a: lingual, b: labial; Pungo River Formation, N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 17-18: *Galeocерdo latidens* (AGASSIZ, 1843)

Teeth No. S307(P30) and S308(P38), x2, a: lingual, b: labial; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).



**Tafel 11**

Fig 1-4: *Galeocерdo casei* n. sp.

1a-b: lateraler Zahn Oberkiefer, Nr. S217(P49), Paratypus, x 1,25, a: lingual, b: labial; 2a-b lateraler Zahn Unterkiefer, Nr. S216(P49), Holotypus, x1,5, a: lingual, b: labial; 3: lateraler Zahn Unterkiefer, Nr. S219(P37), Paratypus, x1,25, lingual; 4: posterolateraler Zahn Nr. S218(P49), Paratypus, x , lingual. 1, 2, 4: N. Carolina (Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member); 3: Basis Eastover Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 5-8: *Galeocерdo cuvier* (PERON & LESUEUR, 1822)

5-6, 8: Zähne Nr. S309-311(P57a), x 1.25, a: lingual, b: labial, Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina, Lee Creek Mine). 7: Zahn Nr. S312(P20), x 1,25, a: labial, b: lingual; Yorktown Formation (Sunken Meadow Member, Virginia (Piankatank River, Martiau).

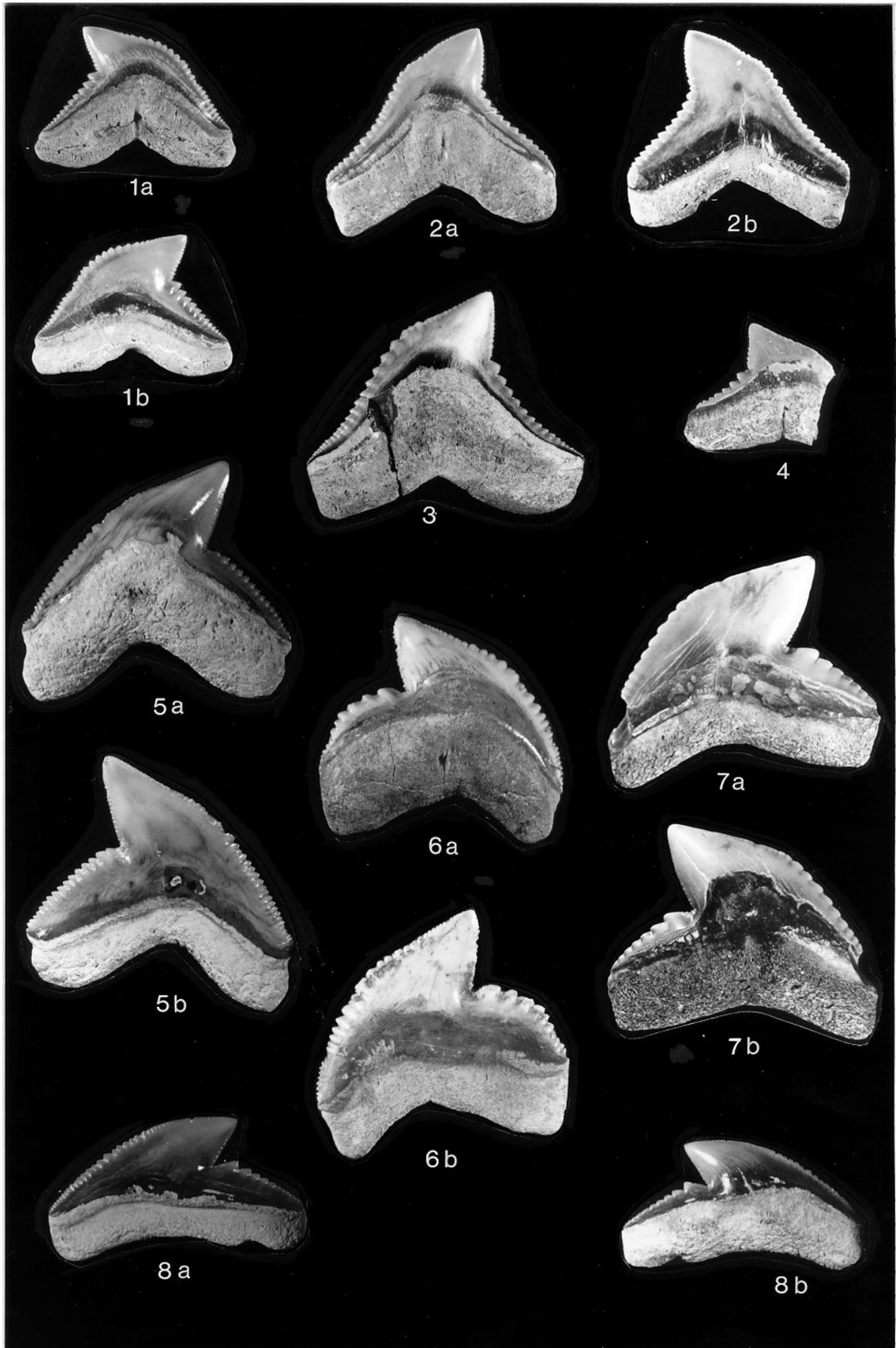
**Plate 11**

Fig 1-4: *Galeocерdo casei* n. sp.

1a-b: lateral tooth No. 217(P49), upper jaw, paratype, x1,5, a: lingual, b: labial; 2a-b lateral tooth No. S216(P49), lower jaw, holotype, x1,5, a: lingual, b: labial; 3: lateral tooth No. S219(P37), lower jaw, No. S (paratype), x1,5, lingual; 4: posterolateral tooth No. S218(P49), paratype, x1,5, lingual. 1, 2, 4: N. Carolina (Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member); 3: Base of the Eastover Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 5-8: *Galeocерdo cuvier* (PERON & LESUEUR, 1822)

5-6, 8: teeth No. S309-311(P57a), x 1.25, a: lingual, b: labial, Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina, Lee Creek Mine). 7: tooth No. S312(P20), x1,25, a: labial, b: lingual; Yorktown Formation (Sunken Meadow Member, Virginia (Piankatank River, Martiau).



**Tafel 12**

Fig. 1-3: *Rhynchobatus pristinus* (PROBST, 1879)

Zähne Nr. S313-315(P52), x16, a: lingual, b: basal; N. Carolina (Haywood Landing), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Fig. 4-5: *Raja* sp. 2

4: Zahn Nr. 316(P15), occlusal, x15, Calvert Formation (Plum Point Member, Bed 10), Maryland (Aquasco). 5: Zahn Nr. 317(P14), 6: Zahn labial, 7a-b: Zahn a: occlusal, b: basal; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 6: *Rhynchobatus* sp. 1

Zahn Nr. S318(P42), x15, occlusal; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Fig. 7, 9-11: *Raja* sp. 3

7, 9: Zähne Nr. S320-321(P10), x15, a: occlusal, b: basal, St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellors Point); 10-11: Zähne Nr. S322-323(P14); x15, a: occlusal, b: basal; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 8: *Raja* sp. 6

Zahn Nr. S319(P57), lingual, x20; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

**Plate 12**

Fig. 1-3: *Rhynchobatus pristinus* (PROBST, 1879)

Teeth No. S313-315(P52), x16, a: lingual, b: basal; N. Carolina (Haywood Landing), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Fig. 4-5: *Raja* sp. 2

4: tooth No. 316(P15), occlusal, x15, Calvert Formation (Plum Point Member, Bed 10), Maryland (Aquasco). 5: tooth No. 317(P14), 6: tooth labial, 7a-b: tooth a: occlusal, b: basal; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 6: *Rhynchobatus* sp. 1

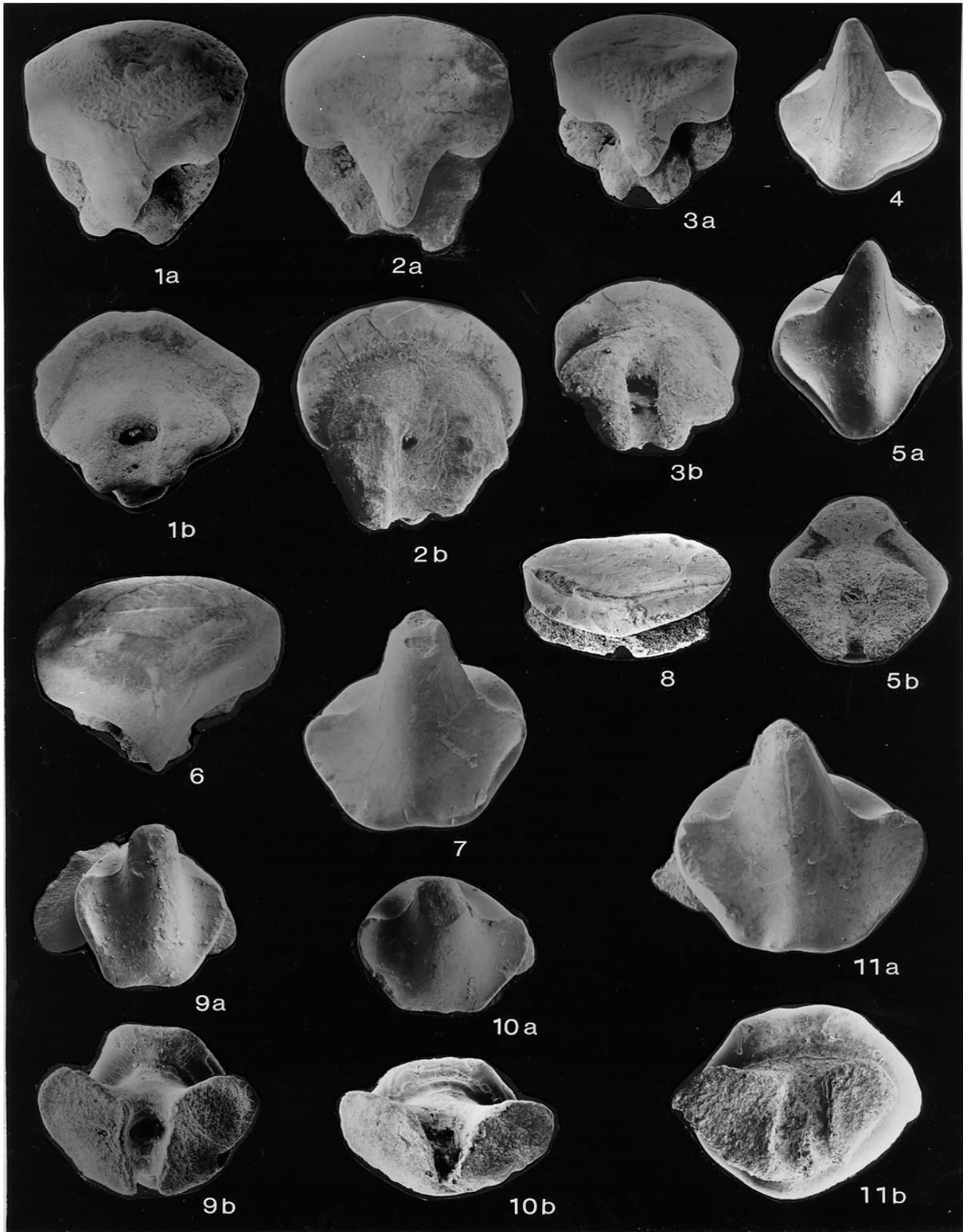
Tooth No. S318(P42), x15, occlusal; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 7, 9-11: *Raja* sp. 3

7, 9: teeth No. S320-321(P10), x15, a: occlusal, b: basal, St. Marys Formation (Windmill Point Member), Maryland (Chancellors Point); 10-11: teeth No. S322-323(P14); x15, a: occlusal, b: basal; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 8: *Raja* sp. 6

Tooth No. S319(P57), lingual, x20; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).



**Tafel 13**

Fig. 1-2: *Raja* sp. 5:  
Zähne Nr. 324-325(P57), x15, a: occlusal, b: lateral;  
Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina  
(Lee Creek Mine).

Fig. 3-5: *Raja* sp. 4  
Zähne Nr. 326(P57), 327(P57) und 328(P14), 3a-b: a:  
labial, b: lateral; 4a-b: a: labial, b: lateral; 5a-b: a: lateral,  
b: basal. 3-4: Yorktown Formation (Rushmere Member),  
N. Carolina (Lee Creek Mine); 5: St. Marys Formation  
(Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 6-8, 10-11: *Dasyatis* sp. 1  
6: Zahn Nr. S329(P35), x15, a: occlusal, b: basal, Old  
Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge); 7-8: Zähne  
Nr. S330(P10) und S331(P10), x 15, occlusal, 10: Zahn  
Nr. S332(P10), labial, 11: Zahn Nr. S333(P10), x12,5, oc-  
clusal; 8: St. Marys Formation (Little Cove Point Member),  
Maryland (Driftwood Beach); 7,10,11: St. Marys Forma-  
tion (Windmill Point Point Member), Maryland (Chancellor  
Point).

Fig. 9: *Dasyatis* sp. 2  
Zahn Nr. 334(P57), x 15, occlusal; Yorktown Fm  
(Rushmere Mbr.), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 12: *Coupatezia?* sp. 2  
Zahn Nr. 349(P15), x 15, occlusal; Calvert Formation  
(Plum Point Member), Maryland (Aguasco).

**Plate 13**

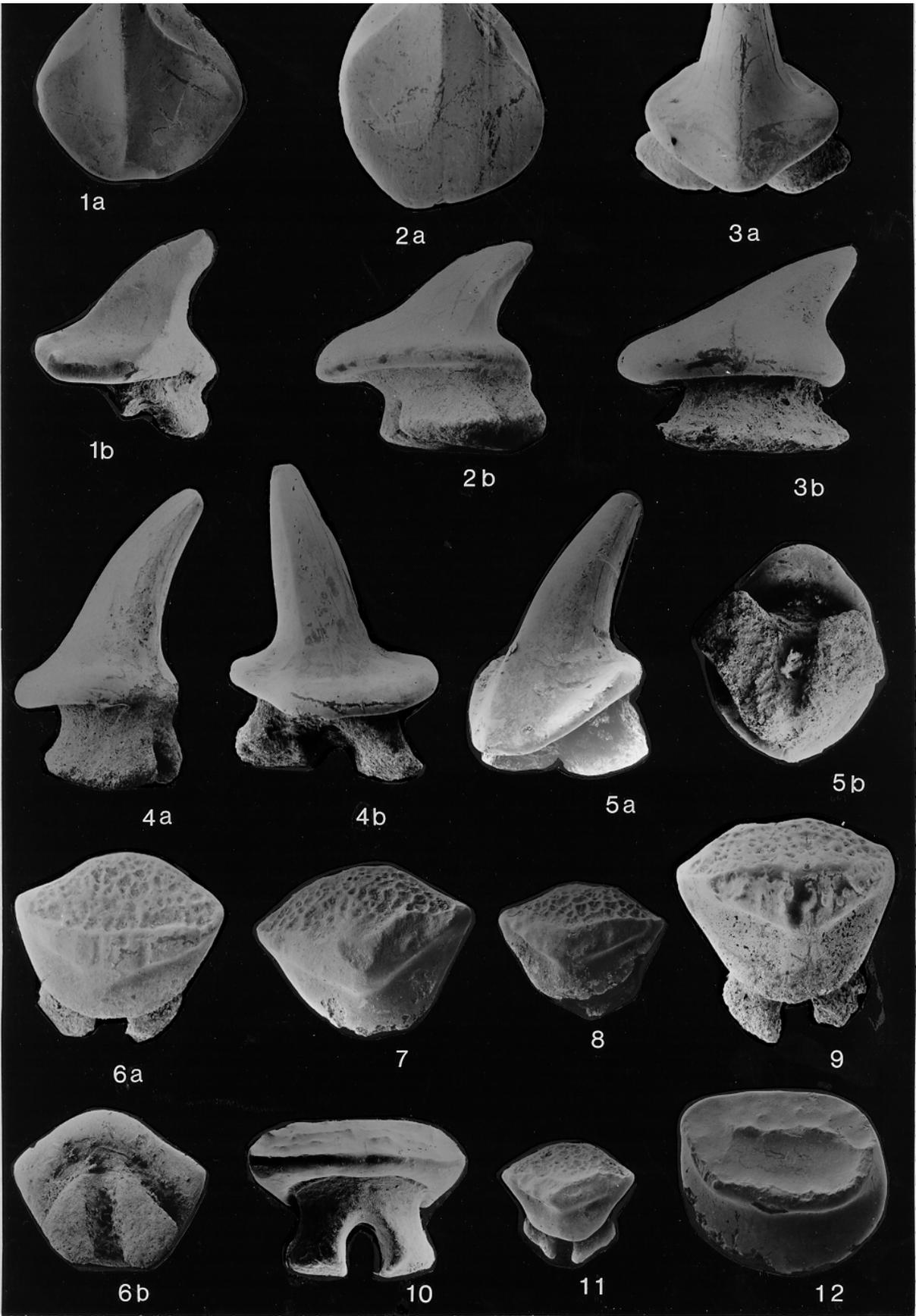
Fig. 1-2: *Raja* sp. 5:  
Teeth No. 324-325(P57), x15, a: occlusal, b: lateral;  
Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina  
(Lee Creek Mine).

Fig. 3-5: *Raja* sp. 4  
Teeth No. 326(P57), 327(P57) and 328(P14), 3a-b: a:  
labial, b: lateral; 4a-b: a: labial, b: lateral; 5a-b: a: lateral,  
b: basal. 3-4: Yorktown Formation (Rushmere Member),  
N. Carolina (Lee Creek Mine); 5: St. Marys Formation  
(Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 6-8, 10-11: *Dasyatis* sp. 1  
6: Tooth No. S329(P35), x15, a: occlusal, b: basal, Old  
Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge); 7-8: teeth  
No. S330(P10) and S331(P10), x 15, occlusal, 10: tooth  
No. S332(P10), labial, 11: tooth No. S333(P10), x12,5, oc-  
clusal; 8: St. Marys Formation (Little Cove Point Member),  
Maryland (Driftwood Beach); 7,10,11: St. Marys Forma-  
tion (Windmill Point Point Member), Maryland (Chancellor  
Point).

Fig. 9: *Dasyatis* sp. 2  
Tooth No. 334(P57), x 15, occlusal; Yorktown Fm  
(Rushmere Mbr.), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 12: *Coupatezia?* sp. 2  
Tooth No. 349(P15), x 15, occlusal; Calvert Formation  
(Plum Point Member), Maryland (Aguasco).



**Tafel 14**

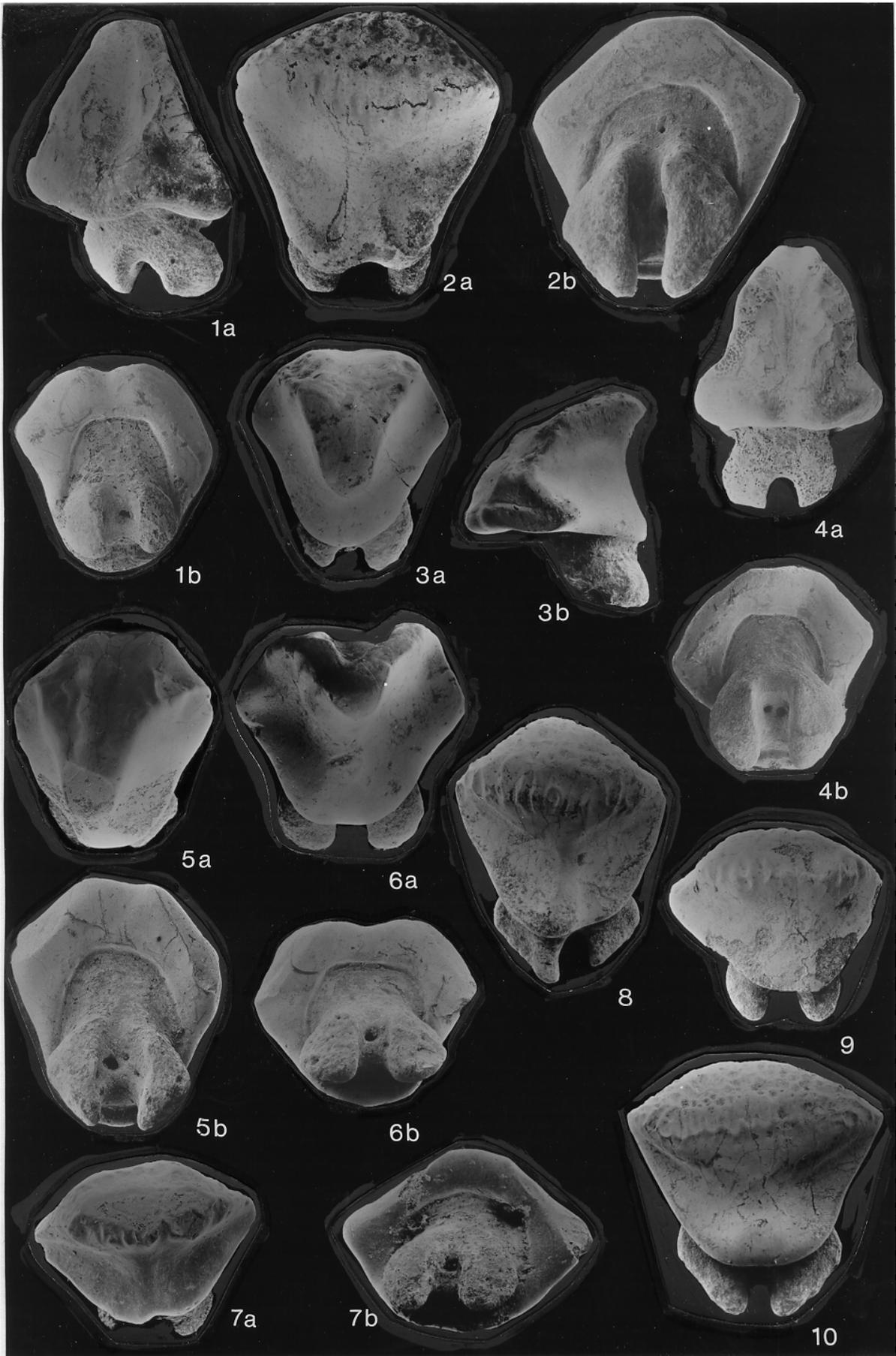
Fig. 1-10: *Dasyatis cavernosa* (PROBST, 1877)

Serie von Zähnen männlicher (1, 3-6) und weiblicher (2, 7-10) Individuen, Nr. S336-345, x12,5. 1: Zahn a: labial, b: basal, 2: Zahn a: occlusal, b: basal, 3: Zahn a: occlusal, b: lateral, 4: Zahn a: labial, b: basal, 5, 6, 9: Zähne a: occlusal, b: basal, 7, 8, 10: Zähne occlusal; N. Carolina (Haywood Landing), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

**Plate 14**

Fig. 1-10: *Dasyatis cavernosa* (PROBST, 1877)

Series of teeth of male (1, 3-6) and female (2, 7-10) individuals, No. S336-345, x12,5. 1: tooth a: labial, b: basal, 2: tooth a: occlusal, b: basal, 3: tooth a: occlusal, b: lateral, 4: tooth a: labial, b: basal, 5, 6, 9: teeth a: occlusal, b: basal, 7, 8, 10: teeth occlusal; N. Carolina (Haywood Landing), Belgrade Formation (Haywood Landing Member)



**Tafel 15**

Fig. 1-3: *Mobula* sp.  
Zähne Nr. S346-348(P35), x10, a: labial, b: basal; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig. 4-5: *Rhinoptera* aff. *brasiliensis* MÜLLER, 1835  
Zahnleisten Nr. 349-350(P51), x1,5, 4a: occlusal, b: basal, c: distal; 5a-b: a: occlusal, b: distal, c: basal; 6: marginaler Zahn, a: occlusal, b: basal; 7a-c: mediane Zahnleiste, a: occlusal, b: distal, c: basal; N. Carolina (Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Fig. 6a-c: *Plinthicus stenodon* COPE, 1869  
Sehr große mediane Zahnleiste Nr. 351(P39), x1,5, a: basal, b: mesial, c: occlusal; Basis Eastover Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig 7: *Rhinoptera* aff. *bonasus* (MITCHILL, 1815)  
Laterale Zahnleiste Nr. S352(P51), a: occlusal, b: basal; c: mesial; alles x 1,5; N. Carolina (Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Fig. 8: Scombridae gen. et sp. indet.  
Zahn, x2; N. Carolina (Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Fig. 9-10: *Sphyræna* div. sp.  
Zähne, x2; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

**Plate 15**

Fig. 1-3: *Mobula* sp.  
Teeth No. S346-348(P35), x10, a: labial, b: basal; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

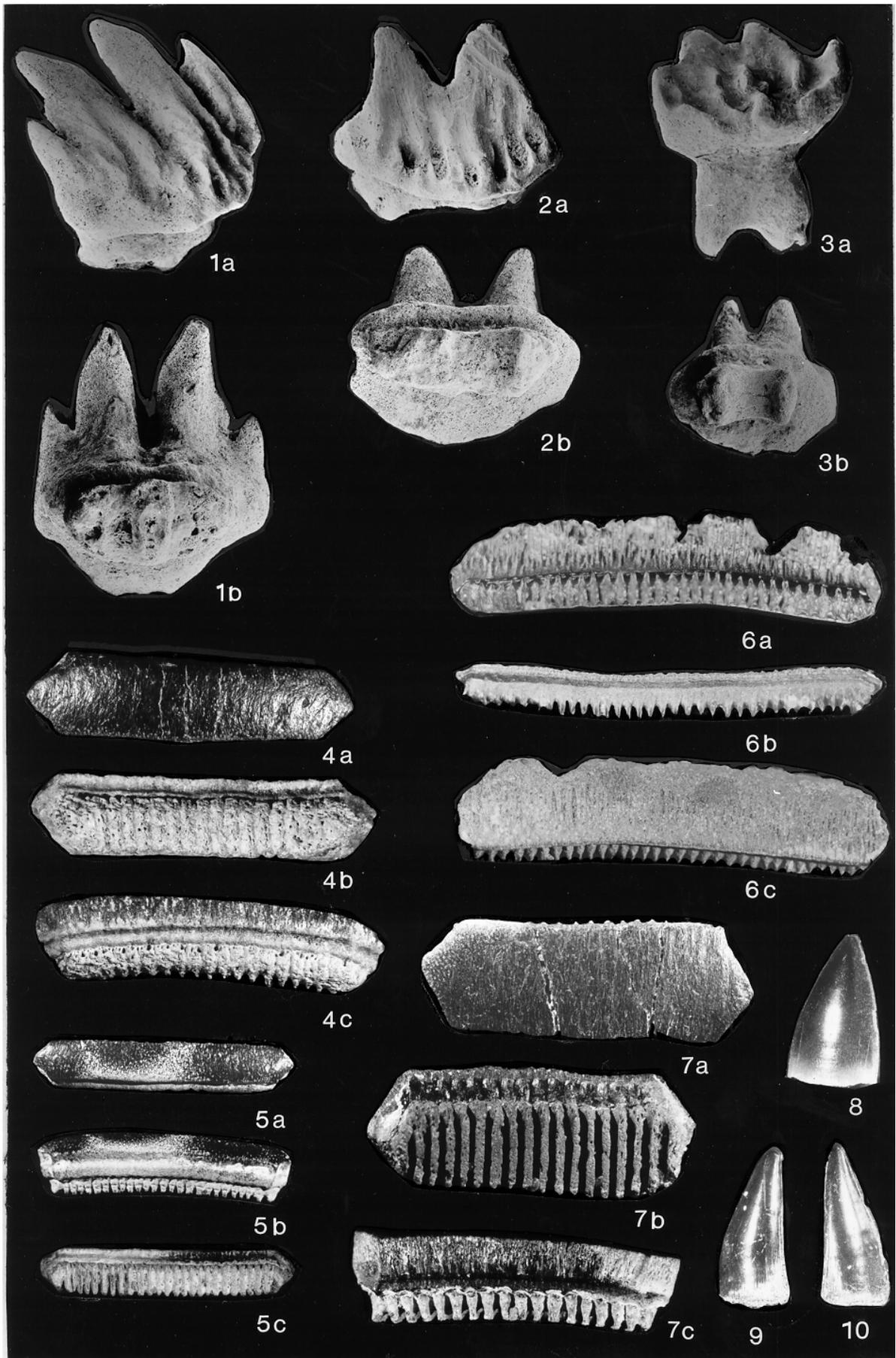
Fig. 4-5: *Rhinoptera* aff. *brasiliensis* MÜLLER, 1835  
tooth plates No. 349-350(P51), x1,5, 4a: occlusal, b: basal, c: distal; 5a-b: a: occlusal, b: distal, c: basal; 6: marginal tooth, a: occlusal, b: basal; 7a-c: median tooth plate, a: occlusal, b: distal, c: basal; N. Carolina (Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Fig. 6a-c: *Plinthicus stenodon* COPE, 1869  
Very large tooth plate No. 351(P39), x1,5, a: basal, b: mesial, c: occlusal; base of the Eastover Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

Fig 7: *Rhinoptera* aff. *bonasus* (MITCHILL, 1815)  
Lateral tooth plate No. S352(P51), a: occlusal, b: basal; c: mesial; alles x 1,5; N. Carolina (Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Fig. 8: Scombridae gen. et sp. indet.  
Tooth, x2; N. Carolina (Silverdale), Belgrade Formation (Haywood Landing Member).

Fig. 9-10: *Sphyræna* div. sp.  
Teeth, x2; Old Church Formation, Virginia (Bottoms Bridge).

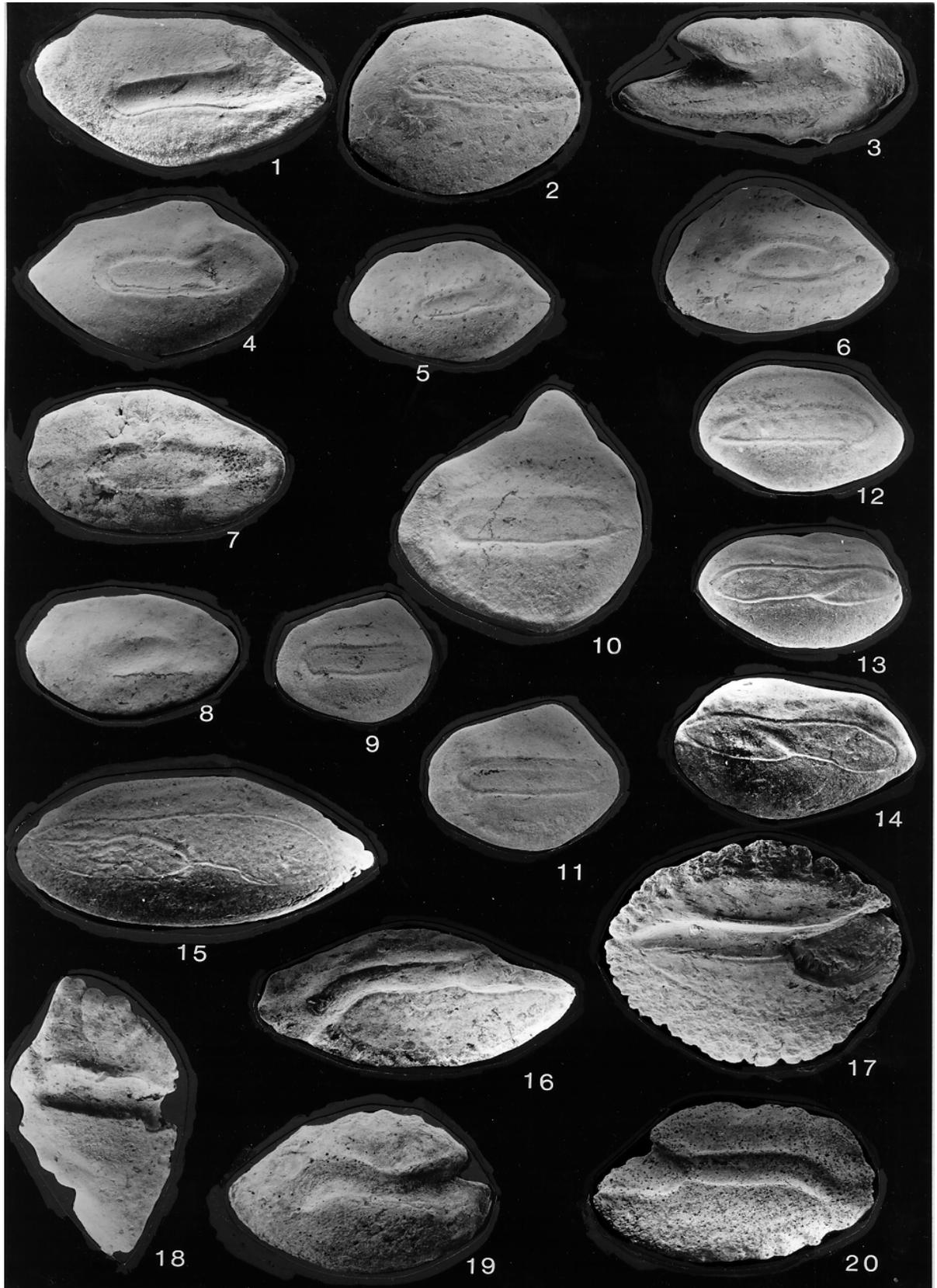


## Tafel 16

- Fig. 1: *Muraenesox rhomboideus* n. sp.  
Linke Sagitta Nr. 1030(P25), x10, Paratypus, Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).
- 2: "genus aff. *Panturichthys*" *colei* n. sp.  
Linke Sagitta Nr. 823(P25), Paratypus, x15; Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).
- Fig. 3: "genus Clupeidarum" *longirostris* n. sp.  
Rechte Sagitta Nr. 846(P25), Holotypus, Innenseite, x20; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).
- Fig. 4: *Gnathophis* sp.  
Linke Sagitta Nr. 17(P57), Innenseite, x10; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).
- Fig. 5: *Hildebrandia* aff. *gracilior* (GINSBURG, 1951).  
Linke Sagitta Nr. 32(P57), Innenseite, x10; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).
- Fig. 6: "genus aff. *Pseudophichthys*" aff. *elongatus* (SULC, 1932).  
Linke Sagitta Nr. 1031(P25), Innenseite, x27,5; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).
- Fig. 7: "genus aff. *Pseudophichthys*" *oviformis* n. sp.  
Linke Sagitta Nr. 824(P25), Innenseite, x27,5; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).
- Fig. 8: "genus aff. *Pseudophichthys*" *laevis* n. sp.  
Linke Sagitta Nr. 23(P57), Paratypus, Innenseite, x15; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).
- 9-11: "genus aff. *Otophidium*" *lacinius* n. sp.  
Linke Sagittae Nr. 1033, 95 und 1004(P57), 10: Holotypus, 9 u. 11 Paratypen, Innenseite, x15; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).
- Fig. 12: "genus aff. *Otophidium*" *gottfriedei* n.sp.  
Linke Sagitta Nr. 125(P25), Innenseite, Holotypus, x15; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).
- Fig. 13-14: "genus Sirembinorum" *crassus* n. sp.  
13: linke Sagitta Nr. 1016(P25), 14: rechte Sagitta Nr. 1015(P25), Holotypus, Innenseite, x15; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).
- Fig. 15: "genus Sirembinorum" *granus* n. sp.  
Rechte Sagitta Nr. 7(P25), Holotypus, Innenseite, x10; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).
- Fig. 16: *Serranus walleri* n. sp.  
Rechte Sagitta Nr. 1040(P67), Holotypus, Innenseite, x10; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).
- Fig. 17: *Lactarius amplus* POMEROL, 1973  
Linke Sagitta Nr. 1042(P25), Innenseite, x10; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).
- Fig. 18: "genus Caproidarum" *serratus* n. sp.  
Linke Sagitta Nr. 427(P42), Holotypus, Innenseite, x12,5; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).
- Fig. 19: "genus Blenniidarum" *curvatus* n. sp.  
Linke Sagitta Nr. 815(P25), Holotypus, Innenseite, x18; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).
- Fig. 20: "genus Percoideorum" sp. 3  
Rechte Sagitta Nr. 1043(P25), Innenseite, x10; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

## Plate 16

- Fig. 1: *Muraenesox rhomboideus* n. sp.  
Left sagitta No. 1030(P25), x10, Paratype, inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).
- 2: "genus aff. *Panturichthys*" *colei* n. sp.  
Left sagitta No. 823(P25), paratype, x15; inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).
- Fig. 3: "genus Clupeidarum" *longirostris* n. sp.  
Right sagitta No. 846(P25), holotype, inner face, x20; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).
- Fig. 4: *Gnathophis* sp.  
Left sagitta No. 17(P57), inner face, x10; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).
- Fig. 5: *Hildebrandia* aff. *gracilior* (GINSBURG, 1951).  
Left sagitta No. 32(P57), inner face, x10; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).
- Fig. 6: "genus aff. *Pseudophichthys*" aff. *elongatus* (SULC, 1932).  
Left sagitta No. 1031(P25), inner face, x27,5; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).
- Fig. 7: "genus aff. *Pseudophichthys*" *oviformis* n. sp.  
Left sagitta No. 824(P25), inner face, x27,5; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).
- Fig. 8: "genus aff. *Pseudophichthys*" *laevis* n. sp.  
Left sagitta No. 23(P57), paratype, inner face, x15; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).
- 9-11: "genus aff. *Otophidium*" *lacinius* n. sp.  
Left sagittae No. 1033, 95 und 1004(P57), 10: holotype, 9 u. 11 paratypes, inner face, x15; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).
- Fig. 12: "genus aff. *Otophidium*" *gottfriedei* n.sp.  
Left sagitta No. 125(P25), inner face, holotype, x15; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).
- Fig. 13-14: "genus Sirembinorum" *crassus* n. sp.  
13: left sagitta No. 1016(P25), 14: right sagitta No. 1015(P25), holotype, inner face, x15; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).
- Fig. 15: "genus Sirembinorum" *granus* n. sp.  
Right sagitta No. 7(P25), holotype, inner face, x10; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).
- Fig. 16: *Serranus walleri* n. sp.  
Right sagitta No. 1040(P67), holotype, inner face, x10; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).
- Fig. 17: *Lactarius amplus* POMEROL, 1973  
Left sagitta No. 1042(P25), inner face, x10; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).
- Fig. 18: "genus Caproidarum" *serratus* n. sp.  
Left sagitta No. 427(P42), holotype, inner face, x12,5; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).
- Fig. 19: "genus Blenniidarum" *curvatus* n. sp.  
Left sagitta No. 815(P25), holotype, inner face, x18; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).
- Fig. 20: "genus Percoideorum" sp. 3  
Right sagitta No. 1043(P25), inner face, x10; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).



## Tafel 17

Fig. 1-6: *Ammodytes* aff. *hexapterus*

1-3: Sagittae Nr. 1019-1021(P14), Innenseite, x15; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach). 4-6: Sagittae Nr. 1022-1024(P57), Innenseite, x 15; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 7: *Ammodytes* sp.

Linke Sagitta, Innenseite, x15; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 8: *Psettodes trapeziformis* n. sp.

Rechte Sagitta Nr. 385(P25), x15, Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Fig. 9: "genus Pleuronectidarum" sp

Rechte Sagitta Nr. 1003(P70), Innenseite, x10; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Seahorse Beach bei Little Cove Point).

Fig. 10: "genus Bothidarum" *nanus* n. sp.

Rechte Sagitta Nr. 838(P25), Paratypus, x30, Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Fig. 11: "genus Bothidarum" sp. 2

Rechte Sagitta Nr. 1004(P25), x30, Innenseite; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River-Sektion).

Fig. 12: *Symphurus* sp. 1

rechte Sagitta Nr. 1005(P15), Innenseite, x10; Calvert Formation (Plum Point Member, Bed 10), Maryland (Aguasco).

Fig. 13: *Citharichthys* sp. 3

linke Sagitta Nr. 1006(P15), Innenseite, x10; Calvert Formation (Plum Point Member, Bed 10), Maryland (Aguasco).

Fig. 14: *Citharichthys* sp. 1

Linke Sagitta Nr. 110(P52), Innenseite, x10; Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (Haywood Landing).

Fig. 15-17: *Symphurus* sp. 2

Rechte Sagittae Nr. 1007-1009(P57), Innenseite, x10; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 18-20: *Citharichthys* sp. 4

18: linke, 19-20: rechte Sagittae, Nr. 1011-1013(P14), Innenseite, x 10; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 21-25: *Citharichthys* sp. 5

20-24 linke Sagittae, 25: rechte Sagitta, Nr. 1044-1048(P57); Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

## Plate 17

Fig. 1-6: *Ammodytes* aff. *hexapterus*

1-3: sagittae No. 1019-1021(P14), inner face, x15; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach). 4-6: sagittae No. 1022-1024(P57), inner face, x15; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 7: *Ammodytes* sp.

Left sagitta, inner face, x15; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 8: *Psettodes trapeziformis* n. sp.

Right sagitta No. 385(P25), x15, inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 9: "genus Pleuronectidarum" sp.

Right sagitta No. 1003(P70), inner face, x10; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Seahorse Beach bei Little Cove Point).

Fig. 10: "genus Bothidarum" *nanus* n. sp.

Right sagitta No. 838(P25), paratype, x30, inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 11: "genus Bothidarum" sp. 2

Right sagitta No. 1004(P25), x30, inner face; Piney Point Formation, Virginia (Pamunkey River section).

Fig. 12: *Symphurus* sp. 1

right sagitta No. 1005(P15), inner face, x10; Calvert Formation (Plum Point Member, Bed 10), Maryland (Aguasco).

Fig. 13: *Citharichthys* sp. 3

left sagitta No. 1006(P15), inner face, x10; Calvert Formation (Plum Point Member, Bed 10), Maryland (Aguasco).

Fig. 14: *Citharichthys* sp. 1

Left sagitta No. 110(P52), inner face, x10; Belgrade Formation (Haywood Landing Member), N. Carolina (Haywood Landing).

Fig. 15-17: *Symphurus* sp. 2

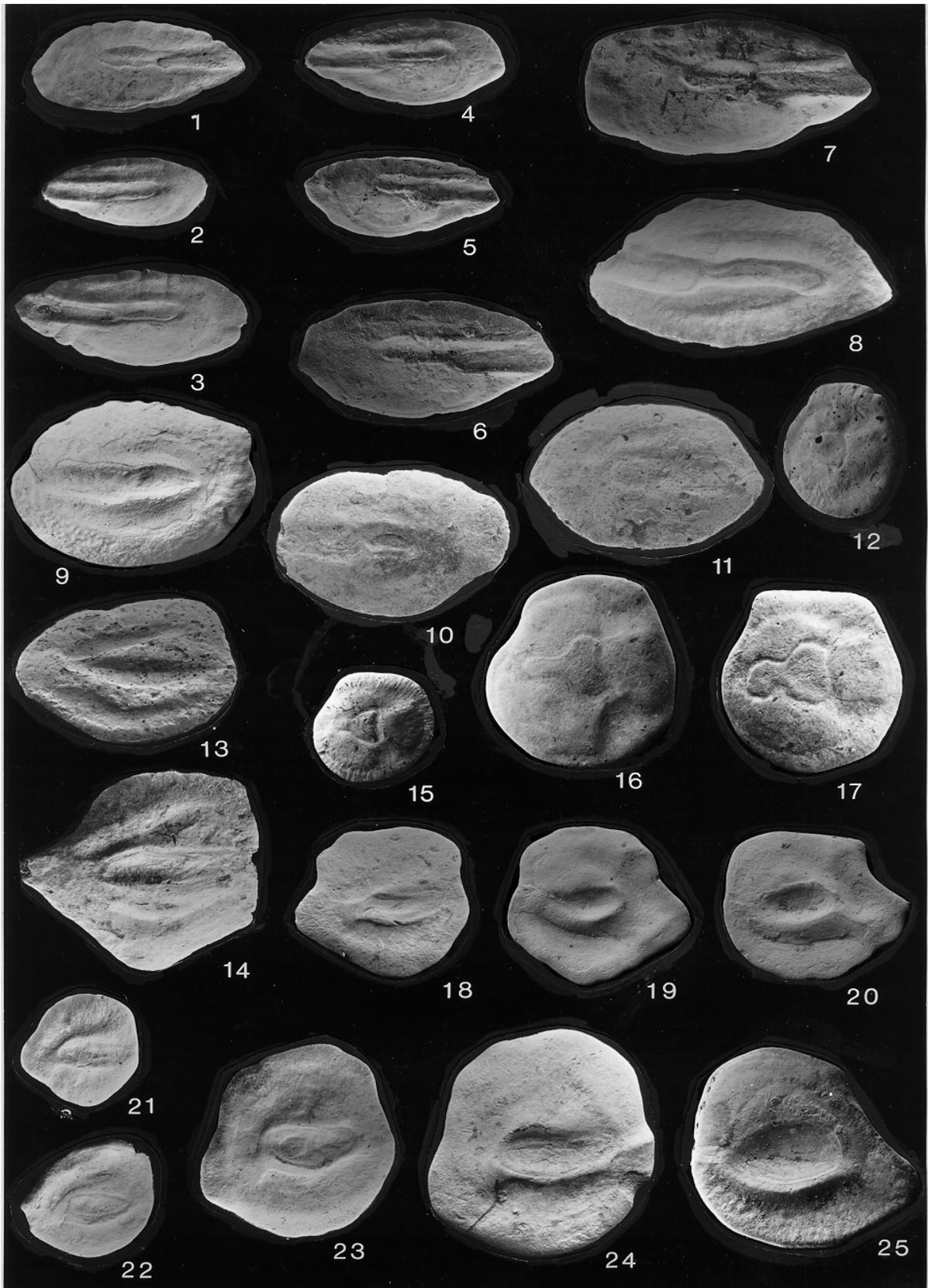
Right sagittae No. 1007-1009(P57), inner face, x10; Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).

Fig. 18-20: *Citharichthys* sp. 4

18: left, 19-20: right sagittae, No. 1011-1013(P14), inner face, x 10; St. Marys Formation (Little Cove Point Member), Maryland (Driftwood Beach).

Fig. 21-25: *Citharichthys* sp. 5

20-24 left sagittae, 25: right sagitta, No. 1044-1048(P57); Yorktown Formation (Rushmere Member), N. Carolina (Lee Creek Mine).



Taxa	Seite page	Abbildung figure	Tafel plate
<i>Isurus praecursor</i> (LERICHE, 1905)	42		3/13
<i>Isurus retroflexus</i> (AGASSIZ, 1843)	42		3/21-24
<i>Xiphodolamia ensis</i> LEIDY, 1877	42		
Familia Cretoxyrhinidae	42		
<i>Cretolamna twiggsensis</i> (CASE, 1981)	42		
<i>Cretolamna</i> sp.	42		3/6-8
Familia Alopiidae	42		
<i>Alopias alabamensis</i> WHITE, 1956	42		
<i>Alopias exigua</i> (PROBST, 1879)	42		9/14
<i>Alopias</i> aff. <i>exigua</i> (PROBST, 1879)	43		9/10-13
<i>Alopias latidens</i> (LERICHE, 1909)	43		9/15-17
<i>Cetorhinus parvus</i> LERICHE, 1908	43		1/14-15
Familia Scylliorhinidae	43		
<i>Scylliorhinus</i> aff. <i>distans</i> (PROBST, 1879)	43		
<i>Scylliorhinus</i> sp. 1	43		
<i>Scylliorhinus</i> sp. 2	44		
<i>Scylliorhinus</i> sp. 3	44		
Familia Triakidae	44		
<i>Galeorhinus minor</i> (AGASSIZ, 1843)	44	18/5-6	
<i>Galeorhinus</i> aff. <i>galeus</i> (LINNAEUS, 1758)	46		5/1
<i>Galeorhinus lefevrei</i> (DAIMERIES, 1891)	46		5/2
<i>Mustelus</i> sp. 1	46		
<i>Mustelus</i> sp. 2	46	17/1-4	5/3-6
<i>Triakis</i> sp.	47		
Familia Carcharhinidae	47		
<i>Abdounia enniskilleni</i> (WHITE, 1956)	47	17/8-10	5/7-9
<i>Abdounia furimskyi</i> (CASE, 1980)	48		
<i>Abdounia</i> aff. <i>recticon</i> a (WINKLER, 1873)	48		
<i>Abdounia claibornensis</i> WHITE, 1956	48	17/11-12	5/10-12
<i>Carcharhinus carolinensis</i> (LERICHE, 1942)	48		
<i>Carcharhinus egertoni</i> (AGASSIZ, 1843)	48		6/13-18
<i>Carcharhinus elongatus</i> (LERICHE, 1910)	48		6/5-9
<i>Carcharhinus gibbesi</i> (WOODWARD, 1889)	49		
<i>Carcharhinus gilmorei</i> (LERICHE, 1889)	49		7/1
<i>Carcharhinus priscus</i> (AGASSIZ, 1843)	49		6/10-12
<i>Carcharhinus signatus</i> (POEY, 1868)	49		
<i>Galeocerdo aduncus</i> AGASSIZ, 1843	50		10/1-8
<i>Galeocerdo casei</i> n. sp.	50		11/1-4
<i>Galeocerdo clarkensis</i> WHITE, 1956	51		
<i>Galeocerdo contortus</i> GIBBES, 1849	51		10/9-16
<i>Galeocerdo cuvier</i> (PERON & LESUEUR, 1822)	51		11/5-8
<i>Galeocerdo latidens</i> (AGASSIZ, 1843)	51		10/17-18
<i>Isogomphodon acuarius</i> (PROBST, 1879)	51		7/9
<i>Negaprion eurybathrodon</i> (BLAKE, 1862)	51		7/2-4
<i>Physogaleus latecuspidatus</i> n. sp.	52	18/1-4	5/15-16
<i>Physogaleus latus</i> (STORMS, 1894)	52		6/1-4
<i>Physogaleus tertius</i> (WINKLER, 1874)	53	17/6	5/13-14
<i>Pterolamiops longimanus</i> (POEY, 1861)	53		7/5-8, 12
<i>Rhizoprionodon fischeuri</i> JOLEAUD, 1912	53		8/2-4
<i>Rhizoprionodon</i> aff. <i>terranova</i> e (RICHARDSON, 1836)	53		7/10-11, 8/1
<i>Rhizoprionodon</i> sp.	53	17/5	
Familia Hemigaleidae	54		

Taxa	Seite page	Abbildung figure	Tafel plate
<i>Myliobatis vicomicanus</i> COPE, 1867	64		
Familia Rhinopteridae	64		
<i>Rhinoptera dubia</i> (LEIDY, 1855)	64		
<i>Rhinoptera</i> aff. <i>brasiliensis</i> MÜLLER, 1835	64		15/4-5
<i>Rhinoptera</i> sp. aff. <i>R. bonasus</i> (MITCHILL, 1815)	65		15/7
<i>Rhinoptera</i> sp. 1	65		
<i>Rhinoptera</i> sp. 2	65		
Familia Mobulidae	65		
<i>Burnhamia daviesi</i> (WOODWARD, 1889)	65		
<i>Manta melanyae</i> CASE, 1980	65		
<i>Manta unios</i> (LEIDY, 1877)	65		
<i>Mobula</i> sp.	65	19/3-4	15/1-3
<i>Plinthicus stenodon</i> COPE, 1869	66		15/6
Teleostei - Actinopterygii	67		
Familia Albulidae	67		
<i>Albula bashiana</i> (FRIZZLE, 1965)	67		
"genus <i>Albulidarum</i> " <i>alabamae</i> (FRIZZLE, 1965)	67		
"genus <i>Albulidarum</i> " <i>meridiana</i> (FRIZZLE, 1965)	67		
Familia Pterothrissidae	67		
<i>Pterothrissus</i> aff. <i>umbonatus</i> (KOKEN, 1884)	67	20/1-2	
<i>Pterothrissus</i> sp. 1	67	20/3	
<i>Pterothrissus</i> sp. 2	67		
<i>Pterothrissus</i> sp. 3	68		
Familia Heterenchelyidae	68		
"genus aff. <i>Panturichthys</i> " <i>colei</i> n. sp.	68	20/4-5	16/2
"genus aff. <i>Panturichthys</i> " sp.	69	20/6-7	
Familia Congridae	70		
<i>Paraconger americanus</i> n. sp.	70	20/11-17	
<i>Paraconger solidus</i> n. sp.	71	20/8-10	
<i>Paraconger sector</i> (KOKEN, 1888)	74		
<i>Paraconger meridies</i> (FRIZZELL & LAMBER, 1962)	74		
"genus aff. <i>Paraconger</i> " <i>ovatus</i> n. sp.	74	20/18	
"genus aff. <i>Paraconger</i> " <i>brazosiensis</i> (FRIZ. & DANTE, 1965)	75		
<i>Conger vetustus</i> (FRIZZELL & LAMBER, 1962)	75		
<i>Conger</i> sp. 1	75	21/16-19	
<i>Gnathophis dissimilis</i> (FRIZZELL & LAMBER, 1962)	75		
<i>Gnathophis</i> aff. <i>dissimilis</i> (FRIZZELL & LAMBER, 1962)	78	20/22	
<i>Gnathophis</i> sp.	7 8	20/19-21	16/4
<i>Hildebrandia sancta</i> (FRIZZELL & LAMBER, 1962)	79		
<i>Hildebrandia</i> aff. <i>gracillior</i> (GINSBURG, 1951)	79	20/23-27	16/5
<i>Hildebrandia</i> aff. <i>flava</i> (GOODE & BEAN, 1896)	79	20/31-32	
<i>Hildebrandia</i> sp.	80	20/28-30	
<i>Pseudophichthys</i> aff. <i>elongatus</i> (SULC, 1932)	80	21/1-2	16/6
"genus aff. <i>Pseudophichthys</i> " <i>oviformis</i> n. sp.	81	21/3-4	16/7
"genus aff. <i>Pseudophichthys</i> " <i>laevis</i> n. sp.	82	21/5-6	16/8
"genus aff. <i>Pseudophichthys</i> " <i>glaber</i> (KOKEN, 1888)	82		
"genus Congridarum" <i>brevior</i> (KOKEN, 1888)	82		
"genus Congridarum" aff. <i>brevior</i> (KOKEN, 1888)	82	21/7	
"genus Congridarum" <i>fornicatus</i> (FRIZZELL & LAMBER, 1962)	83		
"genus Congridarum" <i>prolatus</i> n. sp.	83	21/11-14	
"genus Congridarum" aff. <i>diagonalis</i> (STINTON & NOLF, 1970)	84	21/10	
"genus Congridarum" sp.	84	21/15	

Taxa	Seite page	Abbildung figure	Tafel plate
<i>Lepophidium elongatum</i> n. sp.	109	25/17-25	
"genus Lepophidiinorum" <i>lamberi</i> DANTE & FRIZZELL, 1965	110		
"genus Lepophidiinorum" aff. <i>lamberi</i> DANTE & FRIZZELL, 1965	110	26/21-22	
"genus Lepophidiinorum" <i>mucronatus</i> (KOKEN, 1888)	111	26/14-20	
<i>Chilara</i> aff. <i>taylori</i> (GIRARD, 1858)	111	27/15	
<i>Ophidion</i> aff. <i>grayi</i> (FOWLER, 1948)	112	27/4-9	
<i>Ophidion</i> aff. <i>welshi</i> (NICHOLS & BREDER, 1922)	114	27/10-14	
"genus aff. <i>Rissola</i> " sp.	114	27/16	
<i>Otophidium</i> aff. <i>lagochila</i>	115	27/1-2	
<i>Otophidium nolfi</i> n. sp.	115	26/23-26	
"genus aff. <i>Otophidium</i> " <i>gottfriedei</i> n. sp.	118		16/12
"genus aff. <i>Otophidium</i> " <i>lacinius</i> n. sp.	118	27/17-24	16/9-11
"genus aff. <i>Otophidium</i> " sp. 1	119	26/27	
"genus aff. <i>Otophidium</i> " sp. 2	119	27/3	
"genus Sirembinorum" <i>crassus</i> n. sp.	120	28/3-18	16/13-14
"genus Sirembinorum" <i>elevatus</i> (KOKEN, 1888)	121		
"genus Sirembinorum" aff. <i>elevatus</i> (KOKEN, 1888)	121	28/1-2	
"genus Sirembinorum" <i>granus</i> n. sp.	122	28/19-20	16/15
"genus Sirembinorum" <i>petropolis</i> DANTE & FRIZZELL, 1965	124		
"genus Sirembinorum" <i>pamunkeyanus</i> n. sp.	124	28/24-27	
"genus Sirembinorum" ? sp.	125	28/28	
"genus Sirembinorum" <i>decipiens</i> (KOKEN, 1888)	126		
"genus Sirembinorum" <i>nicoli</i> (DANTE & FRIZZELL, 1865)	126		
"genus Sirembinorum" <i>stenzeli</i> DANTE & FRIZZELL, 1865	126		
<i>Neobythites</i> aff. <i>gilli</i> GOODE & BEAN, 1886	126		
<i>Hoplobrotula melrosensis</i> (DANTE & FRIZZELL, 1965)	126		
"genus Neobythitinarum" <i>meyeri</i> (KOKEN, 1888)	126		
"genus Neobythitinarum" <i>virginicus</i> n. sp.	126	28/21-23	
"genus Neobythitinarum" <i>rotundus</i> n. sp.	127	29/1-16	
Familia Berycidae	130		
"genus <i>Berycidarum</i> " <i>hospes</i> (KOKEN, 1888)	130		
Familia Holocentridae	130		
"genus <i>Myripristinarum</i> " <i>cajun</i> FRIZZEL & LAMBER, 1961	130	29/22	
Familia Caproidae	130		
"genus <i>Caproidarum</i> " <i>serratus</i> n. sp.	130	29/18-21	16/18
Familia Triglidae	131		
<i>Prionotus</i> sp. 1	131	29/23-26	
<i>Prionotus</i> sp. 2	134	29/30-31	
<i>Prionotus</i> sp. 3	134	29/32-33	
<i>Prionotus</i> sp. 4	134	29/28-29	
"genus <i>Triglidarum</i> " <i>cor</i> KOKEN, 1888	135		
"genus <i>Triglidarum</i> " sp.	135	29/27	
Familia Platycephalidae	135		
<i>Platycephalus townsendi</i> n. sp.	135	30/1-3	
Familia Chandidae	136		
"genus <i>Chandidarum</i> " sp.	136	30/4	
Familia Serranidae	136		
<i>Centropristis</i> cf. <i>striata</i>	136		
<i>Diplectrum</i> sp. 1	136	30/10-11	
<i>Diplectrum</i> sp. 2	137	30/12	
<i>Serranus walleri</i> n. sp.	137	30/5-7	16/16
"genus <i>Serraninarum</i> " sp. 1	138	30/14-17	

Taxa	Seite page	Abbildung figure	Tafel plate
"genus aff. <i>Umbrina</i> " sp. 1	170		
"genus aff. <i>Umbrina</i> " sp. 2	171		
"genus aff. <i>Umbrina</i> " sp. 3	171		
<i>Pogonias</i> aff. <i>cromis</i> (LINNAEUS, 1758)	171		
<i>Pogonias</i> sp.	171	35/27	
"genus aff. <i>Pogonias</i> " sp.	171	35/28	
<i>Aplodinotus primigenius</i> n. sp.	172	36/1-5	
<i>Sciaenops</i> aff. <i>ocellata</i> (LINNAEUS, 1758)	174		
"genus aff. <i>Sciaenops</i> " <i>eastmani</i> (DANTE, 1953)	174	36/15	
"genus aff. <i>Sciaenops</i> " <i>paraeastmani</i> n. sp.	175	36/16-24; 37/1-10	
"genus aff. <i>Sciaenops</i> " <i>schwarzhansi</i> n. sp.	178	37/11-16	
"genus aff. <i>Sciaenops</i> " <i>onslowensis</i> n. sp.	178	36/8-11	
"genus aff. <i>Sciaenops</i> " sp. 1	179	36/6-7	
"genus aff. <i>Sciaenops</i> " sp. 2	180	36/14	
<i>Leiostomus xanthurus</i> LACEPEDE, 1802	182	37/21-24	
<i>Leiostomus compressus</i> n. sp.	182	37/17-20	
<i>Leiostomus crassior</i> n. sp.	183	37/25-29	
<i>Leiostomus</i> sp.	183	37/35	
<i>Genyonemus calvertensis</i> n. sp.	184	38/1-4	
"genus aff. <i>Genyonemus</i> " <i>pertenuis</i> n. sp.	184	38/5-6	
<i>Menticirrhus</i> ( <i>Menticirrhus</i> ) aff. <i>littoralis</i> (HOLBROOK, 1855)	185	38/10-11	
<i>Menticirrhus</i> ( <i>Menticirrhus</i> ) sp.	186	38/7-9	
<i>Ctenosciaena inframiocaenica</i> n. sp.	188	38/12-18	
<i>Equetus</i> aff. <i>umbrosus</i> JORDAN & EIGENMANN	190		
"genus aff. <i>Pachypops</i> " <i>silverdalensis</i> n. sp.	190	38/19-21; 39/1-5	
"genus aff. <i>Pachyurus</i> " <i>atavus</i> n. sp.	191	39/6-10	
"genus aff. <i>Pachyurus</i> " <i>breviformis</i> n. sp.	191	39/21; 40/1-3	
"genus aff. <i>Pachyurus</i> " aff. <i>breviformis</i>	192	40/4-5	
"genus aff. <i>Pachyurus</i> " <i>jeanae</i> n. sp.	192	39/11-20	
<i>Micropogonias</i> aff. <i>undulatus</i>	194	40/8-12	
<i>Larimus</i> aff. <i>fasciatus</i> HOLBROOK, 1855	194	40/13	
<i>Cynoscion nebulosus</i> (CUVIER, 1830)	194	41/6-8	
<i>Cynoscion senior</i> n. sp.	196	40/14-18; 41/1-2	
"genus aff. <i>Cynoscion</i> " <i>fitchi</i> n. sp.	197	41/3-4	
Familia Centrolophidae	200		
"genus Centrolophidarum" sp.	200	41/5	
Familia Mugilidae	200		
"genus Mugildarum" <i>debilis</i> KOKEN, 1888	200		
Familia Sphyraenidae	200		
<i>Sphyraena</i> div. sp.	200		15/9-10
Familia Labridae	200		
"genus Labridarum" sp.	200	41/12	
Familia Trachinidae	201		
<i>Trachinus unus</i> n. sp.	201	41/9-11	
Familia Percophididae	202		
<i>Bembrops minutus</i> n. sp.	202	41/14-15	
Familia Uranoscopidae	204		
<i>Astroscopus</i> sp.	204	41/16	
<i>Kathetostoma</i> sp.	204		
Trachinoidei, Familia incertae	204		
"genus Trachinoideorum" sp.	204	41/17-18	
Familia Blenniidae	205		