Geologie
und Paläontologie
in Westfalen
Heft 14

Selachier (Pisces: Neoselachii) aus dem höheren Campanium (Oberkreide) Westfalens (Nordrhein-Westfalen, NW-Deutschland)

ARNOLD MÜLLER

Landschaftsverband Westfalen-Lippe

Hinweise für Autoren

In der Schriftenreihe **Geologie und Paläontologie in Westfalen** werden geowissenschaftliche Beiträge veröffentlicht, die den Raum Westfalen betreffen.

Druckfertige Manuskripte sind an die Schriftleitung zu schicken.

Aufbau des Manuskriptes

1. Titel kurz und bezeichnend.
2. Klare Gliederung.
3. Zusammenfassung in Deutsch am Anfang der Arbeit.

Äußere Form

4. Manuskriptblätter einseitig und weitzeilig beschreiben; Maschinenschrift, Verbesserungen in Druckschrift.
5. Unter der Überschrift: Name des Autors (ausgeschrieben), Anzahl der Abbildungen, Tabellen und Tafeln; Anschrift des Autors auf der 1. Seite unten.
6. Literaturzitate im Text werden wie folgt ausgeführt: (AUTOR, Erscheinungsjahr: evtl. Seite) oder AUTOR (Erscheinungsjahr: evtl. Seite). Angeführte Schriften werden am Schluß der Arbeit geschlossen als Literaturverzeichnis nach den Autoren alphabetisch geordnet. Das Literaturverzeichnis ist nach folgendem Muster anzuordnen:

   SIEGFRIED, P. (1959): Das Mammut von Ahlen *(Mammonteus primigenius* BLUMENB.). – Paläont. Z. **30**, 3: 172 – 184, 3 Abb., 4 Taf.; Stuttgart.

   WEGNER, T. (1926): Geologie Westfalens und der angrenzenden Gebiete. 2. Aufl. – 500 S., 1 Taf., 244 Abb.; Paderborn (Schöningh).
7. Schrifttypen im Text:

   doppelt unterstrichen = **Fettdruck.**

   einfach unterstrichen oder g e s p e r r t = S p e r r u n g.

   Gattungs- und Artnamen unterschlängeln = *Kursivdruck.*

   Autorennamen durch GROSSBUCHSTABEN wiedergeben.

Abbildungsvorlagen

8. In den Text eingefügte Bilddarstellungen sind Abbildungen (Abb. 2). Auf den Tafeln stehen Figuren (Taf. 3, Fig.2) oder Profile (Taf. 5, Profil 2).
9. Strichzeichnungen können auf Transparentpapier oder Photohochglanzpapier vorgelegt werden. Photographien müssen auf Hochglanzpapier abgezogen sein.

Korrekturen

10. Korrekturfahnen werden den Autoren einmalig zugestellt.

    Korrekturen gegen das Manuskript gehen auf Rechnung des Autors.

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren allein verantwortlich.

Schriftleitung: Dr. Peter Lanser
Westfälisches Museum für Naturkunde
Sentruper Straße 285
4400 Münster

Redaktion: Dr. Lothar Schöllmann

Geologie und Paläontologie in Westfalen

Heft 14

Herausgeber:
Westfälisches Museum für Naturkunde
und
Westfälisches Museum für Archäologie
– Amt für Bodendenkmalpflege –

Selachier (Pisces: Neoselachii) aus dem höheren Campanium (Oberkreide) Westfalens (Nordrhein-Westfalen, NW-Deutschland)

Arnold Müller

Geol. Paläont. Westf.	**14**	161 S.	39 Abb. 4 Tab. 24 Taf.	Münster Dezember 1989

ISSN 0176-148X
ISBN 3-924590-19-2

© 1989 Landschaftsverband Westfalen-Lippe

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung des LWL reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Geol. Paläont. Westf.	14	161 S.	39 Abb. 4 Tab. 24 Taf.	Münster Dezember 1989

Selachier (Pisces: Neoselachii) aus dem Höheren Campanium (Oberkreide) Westfalens (Nordrhein-Westfalen, NW-Deutschland)

Arnold Müller*

Inhalt:

1. Einleitung: 6
2. Fundpunkte und Material 8
3. Arbeitsmethodik 16
4. Paläontologischer Teil 17
4.1. Systematische Faunenliste 21
4.2. Beschreibung 23
4.2.1. Ptycodontidae 24
4.2.2. Hexanchidae 24
4.2.3. Echinorhinidae 25
4.2.4. Squalidae 26
4.2.5. Squatinidae 32
4.2.6. Heterodontidae 33
4.2.7. Hemiscylliidae 35
4.2.8. Parascylliidae 40
4.2.9. Mitsukurinidae 41
4. 2. 10. Cretoxyrhinidae 42
4. 2. 11. Anacoracidae 43
4. 2. 12. Palaeospinacidae 44
4. 2. 13. Scyliorhinidae 46
4. 2. 14. Triakidae 50
4. 2. 15. Rhinobatidae 53
4. 2. 16. Sclerorhynchidae 55
4. 2. 17. Isolierte Placoidschuppen 57
5. Ergebnisse 62
5.1. Zusammenfassende Übersicht über die Verbreitung der einzelnen Taxa im Campanium des Münsterlandes 62

---

* Anschrift des Verfassers:
Dr. Arnold Müller,
Westfälische Wilhelms-Universität,
Geologisch-Paläontologisches Institut,
Corrensstraße 24,
D-4400 Münster

5.2. Paläoökologie und Lebensraum 63
5.3. Bemerkungen zur Evolution einiger ausgewählter Gruppen 92
5.3.1. Squalidae 92
5.3.2. Orectolobiformes 100
5.3.3. Lamniformes 101
5.3.4. Carcharhiniformes 102
6. Zusammenfassung 103
Literaturverzeichnis 104

Kurzfassung: Die bis jetzt im höheren Campanium Westfalens nachgewiesene Selachierfauna umfaßt insgesamt 42 Taxa, von denen eine größere Anzahl (ca. 12) zur Zeit nur aus diesem Raum bekannt ist. Vier Arten der Familie Squalidae wurden von MÜLLER & SCHÖLLMANN (1989) neu beschrieben. In der vorliegenden Arbeit erfolgt die Beschreibung der Gesamtfauna des höheren Campaniums von Westfalen. Dabei werden weitere drei neue Arten vorgestellt: *Hemiscyllium hermani*, *Chiloscyllium gaemersi* und *Scyliorhinus riegrafi*. Im Anschluß an die systematische Beschreibung folgt eine Diskussion paläoökologischer, paläobiogeographischer und phylogenetischer Probleme, unter besonderer Berücksichtigung der Tiefwasser-Squalidae.

Abstract: The new investigations on Selachian remains in the higher Campanian of Westphalia have provided 42 Neoselachian taxa. An important part of these taxa has been discovered hitherto only in this area. Four new spcies of Squalid sharks were described by MÜLLER & SCHÖLLMANN (1989) in a seperate paper. In the present paper the description of the whole Selachian fauna of the higher Campanian of Westphalia is following, including further three new species: *Hemiscyllium hermani*, *Chiloscyllium gaemersi* and *Scyliorhinus riegrafi*. According to the systematic descriptions some problems of paleoecology, paleobiogeography, and evolution will be discussed, with special reference to the deep water Squalidae.

1. Einleitung

Schon sehr lange bekannt ist das Vorkommen von vollständigen Fischskeletten in der Oberkreide (oberes Campanium) des Münsterlandes. Die ersten paläontologisch bearbeiteten Funde stammen aus der Sammlung des Grafen VON MÜNSTER und wurden in die große Monographie über fossile Fische („Recherches sur les poissons fossiles") von L. AGASSIZ (1833-1844) mit einbezogen. In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts hat sich vor allem W. VON DER MARCK mit den fossilen Fischen der westfälischen Oberkreide befaßt. In mehreren Arbeiten (VON DER MARCK: 1858, 1863, 1873, 1885 und 1894; VON DER MARCK & SCHLÜTER, 1868) wurden die Neufunde beschrieben, so daß am Ende dieser Periode die bis dahin durch Funde belegte Ichthyofauna des westfälischen Campanium im wesentlichen bekannt und beschrieben war. Insgesamt wurde von VON DER MARCK eine Fülle von Taxa publiziert. Diese artenreiche und zum großen Teil durch vollständige Skelette überlieferte Fischfauna gehört auch heute weltweit zu den wichtigsten und besterhaltenen Faunen aus der Oberkreide.

Bereits VON DER MARCK (1885) stellte gegen Ende seiner paläontologischen Tätigkeit fest, daß mit dem Rückgang des Steinbruchbetriebes in der Sendenhorster Gegend, Hauptfundgebiet für fossile Fische, auch der Zugang von neuem Fossilmaterial stark nachließ. Ähnliches gilt auch für das zweite wichtige Fundgebiet fossiler Fische, die Baumberge. Seit etwa der Jahrhundertwende sind nur noch wenige neue Funde bekannt geworden. Damit zusammenhängend erschienen auch kaum noch Publikationen über die Oberkreidefische des Münsterlandes. 1924 wurde von W. HOLLSTEIN ein *Rhinobatos*-Skelett beschrieben und erst P. SIEGFRIED (1954); befaßte sich wieder ausführlicher mit der gesamten Fischfauna des Münsterländer Campanium. Dieser Autor stellte alle bis dahin bekannten Funde in einer Übersicht zusammen. GIERS (1964) konnte dank jahrelanger Aufsammlungen im östlichen MÜnsterland noch einige

Funde aus den Beckumer und Vorhelmer Schichten verzeichnen, die aber insgesamt recht spärlich sind. In der von ARNOLD (1964d) gegebenen Fossilliste für die Oberkreide des Westfalens sind einige Fisch-Taxa angegeben, wobei unklar bleibt, aus welchem genauen stratigraphischen Niveau und von welchen Fundorten die dort erwähnten Stücke stammen. Damit dürften die wichtigsten Arbeiten zu den Oberkreide-Fischen des Münsterlandes genannt sein.

Bei der Durchsicht der Zusammenstellung von SIEGFRIED (1954) kann man schnell feststellen, daß die Gewichte innerhalb der durch Skelettfunde repräsentierten Ichthyofauna des münsterländischen Campanium recht ungleich verteilt sind: Der großen Anzahl von Actinopterygier-Taxa stehen nur vier Selachier-Taxa gegenüber:

Squatina baumbergensis VON DER MARCK, 1885
Scyliorhinus angustus (MÜNSTER in AGASSIZ, 1843)
Paratriakis decheni (VON DER MARCK, 1863)
Rhinobatos tesselatus VON DER MARCK, 1894

Einige weitere Taxa, basierend auf Funden von isolierten Zähnen, wurden in einigen Arbeiten genannt. Diese Bestimmungen sind jedoch meist recht ungenau und stark revisionsbedürftig. In vielen Fällen, wo das Material der betreffenden Autoren nicht mehr auffindbar ist, kann auch keine Überprüfung der Bestimmungen erfolgen. So stand bisher, auch unter Einbeziehung des teilweise unsicher bestimmten isolierten Zahnmaterials, der großen Zahl von Actinopterygiern nur eine sehr geringe Zahl von Selachiern gegenüber. Das stellt einen merkwürdigen Kontrast zu den Ichthyofaunen der Oberkreide benachbarter Regionen dar, z. B. Belgiens. Von dort sind aus der Oberkreide eine Fülle von Selachiern beschrieben worden (HERMAN, 1977), auch aus dem Untercampan des Aachener Raumes konnten etliche Taxa verzeichnet werden (ALBERS & WEILER, 1964).

Schon durch die Arbeiten von GIERS (1964) sowie VOIGT & HÄNTZSCHEL (1964) wurde jedoch die Beobachtung vermittelt, daß Fischzähne in bestimmten Horizonten des Münsterländer Campanium nicht selten sind. Von diesen Autoren wurde auf das teilweise massenhafte Vorkommen isolierter, meist kleinwüchsiger Zähne in den Beckumer Schichten hingewiesen, die neben Actinopterygier-Zähnen (Enchodontidae) auch zahlreiche Zähne kleiner Selachier enthalten. Das Material wurde seinerzeit W. WEILER vorgelegt (ARNOLD, 1964), der die Zähne für nicht näher bestimmbar hielt. In der Tat befand sich die paläontologische Bearbeitung der kleinwüchsigen Selachier (vor allem Squaliformes und Orectolobiformes) damals noch in den Anfängen und es stand wenig rezentes Vergleichsmaterial zur Verfügung. In der Zwischenzeit sind hier erhebliche Fortschritte erzielt worden (Arbeiten von CAPPETTA, HERMAN, THIES u. a. Autoren). Daran anknüpfend ist es auch möglich, die paläontologische Untersuchung von Selachierfaunen der westfälischen Oberkreide erneut zu beleben.

Im Rahmen mikropaläontologischer Untersuchungen im westfälischen Camapanium wurden von C. RODRIGUEZ (jetzt Univ. San José , Costa Rica) auch einige Selachierzähne gefunden, welche dem Autor vorgelegt wurden. Eine erste Analyse des von RODRIGUEZ gesammelten Materials ergab einige interessante neue Taxa, so daß der Sache weiter nachgegangen wurde. Zusammen mit L. SCHÖLLMANN wurde an den von RODRIGUEZ angegebenen reichhaltigsten Fundpunkten größere Probenmengen entnommen und auf Selachierzähne untersucht. Dabei konnte eine Fülle meist kleinwüchsiger Taxa ermittelt werden, die teilweise bisher unbekannt waren. Die Materialfülle schwoll schnell an, so daß der ursprüngliche Plan, diese Faunen in einer Publikation zu beschreiben, fallengelassen werden mußte. Die paläontologische Bearbeitung war in dem anvisierten Zeitraum nicht sachgerecht möglich, daher wurden zunächst die Squalomorphii, eine der interessantesten Gruppen im Material, herausgegriffen und untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind inzwischen publiziert [MÜLLER, A. & SCHÖLLMANN, L. (1989): Neue Selachier (Neoselachii, Squalomorphii) aus dem Campanium (Oberkreide) Westfalens (Nordwestdeutschland). – N. Jb Geol. Pal. Abh]. Parallel zu dieser ersten Untersuchung der Squalomorphii liefen die Aufsammlungen weiter sowie die Bearbeitung der übrigen Neoselachier-Gruppen. Von W. RIEGRAF wurde vor einiger Zeit ebenfalls eine intensivere mikropaläontologische Bearbeitung der westfälischen Oberkreide begonnen. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden ebenfalls zahlreiche Selachierzähne gefunden, die dem Autor zur Verfügung gestellt wurden.

Aufgrund der genannten Aktivitäten ist inzwischen ein reiches Fossilmaterial aus dem Campanium zusammengetragen und bearbeitet worden, so daß eine erste Gesamtdarstellung dieses Themas möglich ist. Der Untersuchungsgrad der einzelnen Campanium-Niveaus ist zwar noch recht unterschiedlich und weitere Untersuchungen sind erforderlich, um das Bild zu ergänzen und abzurunden. Doch kann schon jetzt festgestellt werden, daß der Kern der Campan-Fauna inzwischen bekannt ist. Sehr gut ist der Untersuchungsgrad der Baumberger Schichten. Aus dem Billerbecker Grünsandstein, dem Werksteinhorizont und den Hangenden Mergeln der Baumberge liegen reiche Faunen vor. Recht lückenhaft ist noch der Kenntnisstand für die Coesfelder Schichten. Aus den Osterwicker Schichten liegt umfangreicheres Material bisher nur aus den Tonmergeln der unteren Osterwicker Schichten von Buldern vor. Gut untersucht sind inzwischen auch die Beckumer und Vorhelmer Schichten der ostmünsterländischen Fazies. Hier muß jedoch betont werden, daß in den bekannten Fischzahnhorizonten der Beckumer und Vorhelmer Schichten noch wesentlich mehr Material zu gewinnen ist. Die Arbeiten in diesem Bereich, sofern zeitlich möglich, sollen noch intensiviert werden. Für die Untersuchung evolutionärer Prozesse und paläobiologischer Probleme wünschenswert ist die Ausdehnung der Untersuchungen über einen größeren stratigraphischen und regionalen Rahmen. Hier sind zunächst Arbeiten im Santonium anvisiert. Erste Proben aus der Tonmergelfazies des höheren Santoniums (Lüdinghausen) und von der bekannten Fundstelle „Weiner Esch" bei Ochtrup sind sehr erfolgversprechend. Hier sollen in den nächsten Jahren weitere Arbeiten folgen.

Von Herrn Dr. D. THIES (Univ. Hannover) wurde eine interessante Kollektion aus dem Campanium Niedersachsens zusammengetragen, die ebenfalls neue Taxa enthält. Hier ergeben sich bemerkenswerte Vergleichsmöglichkeiten zwischen dem Münsterländer und dem niedersächsischen Becken. Diesen Fragen soll ebenfalls weiter nachgegangen werden. Der bisher wenig bekannte und überraschend hohe Entwicklungsgrad mancher Gruppen (z. B. Squaliformes) wirft neue Fragen auf über den Ablauf der Evolution dieser Gruppen sowie Adaptation an bestimmte Lebensräume (z. B. Tiefsee). Die Funde von zahlreichen hochentwickelten Vertretern dieser Gruppen im westfälischen und niedersächsischen Campanium sowie im norddeutschen Maastrichtium (HERMAN, 1982) lassen den Schluß zu, daß die Evolution dieser Gruppen mit der Herausbildung zahlreicher „moderner" Taxa zeitlich viel weiter zurückverlegt werden muß als bisher allgemein angenommen. Insofern ist auch eine Ausdehnung der Untersuchungen auf die Unterkreide wünschenswert. Allerdings übersteigt eine solche Ausdehnung der Arbeiten die momentan dafür zur Verfügung stehende Zeit und ist nur längerfristig und am besten in Kooperation verschiedener Bearbeiter durchzuführen.

Dank

Die Arbeiten wurden zum großen Teil mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. Für die Bereitstellung von Fossilmaterial danke ich folgenden Damen und Herren: Dr. C. RODRIGUEZ (jetzt Costa Rica), Dr. C. SCHMITT-RIEGRAF und Dr. W. RIEGRAF (Münster, beiden auch für gemeinsame Geländearbeiten und fruchtbare Diskussionen), ebenso Herrn Dr. L. SCHÖLLMANN (GPI Münster). Herrn Dr. D. THIES (GPI Hannover) verdanke ich zahlreiche Hinweise und anregende Diskussionen zum Thema, ebenso Herrn Dr. J. HERMAN (Brüssel), der auch einen Katalog von REM-Aufnahmen von Zähnen rezenter Squalidae zur Verfügung stellte sowie Gebisse rezenter Arten. Schließlich wären die umfangreichen Arbeiten ohne die ständige Förderung durch Herrn Prof. F. STRAUCH (GPI Münster) nicht möglich gewesen.

2. Fundpunkte und Material

In diesem Kapitel erfolgt eine kurze Zusammenstellung der wichtigsten bearbeiteten Fundpunkte, welche Selachier-Material geliefert haben. Die Lage der Fundorte ist aus Abb. 3 ersichtlich. Der dreistellige Ziffern-Code ist die Aufschluß-Nummerierung in der eigenen Fundstellekartei.

1. Billerbeck 001

Privatgrundstück am Südberg, Wegeinschnitt (temporärer Aufschluß).

Blatt 4009 Coesfeld, Koordinaten: R 25 90.000, H 57 60.220.

Situation: Im Wegeinschnitt war der Grenzbereich Coesfelder Schichten – Billerbecker Grünsandstein aufgeschlossen. Der aufgeschlossene höchste Teil der Coesfelder Schichten erwies sich nicht als höffig. Dagegen konnte aus dem basalen Billerbecker Grünsandstein die reichste Fauna der untersuchten Fundpunkte gewonnen werden.

Stratigraphie: Oberes Campanium, höchste Coesfelder Schichten und tiefste Baumberger Schichten (basaler Billerbecker Grünsandstein). Das Fossilmaterial stammt aus dem Billerbecker Grünsandstein, welcher mikropaläontologisch durch das massenweise Vorkommen großwüchsiger *Lituola*-Arten charakterisiert ist.

Fauna: Hochdiverse Selachiergemeinschaft mit neritischen und bathyalen Elementen (Mischfaunentyp). Aus etwa 200 kg Gesteinszersatz wurden weit über 1000 Zähne isoliert, dazu zahlreiche Placoidschuppen. Ein Teil der Zähne ist präfossilisiert und umgelagert.

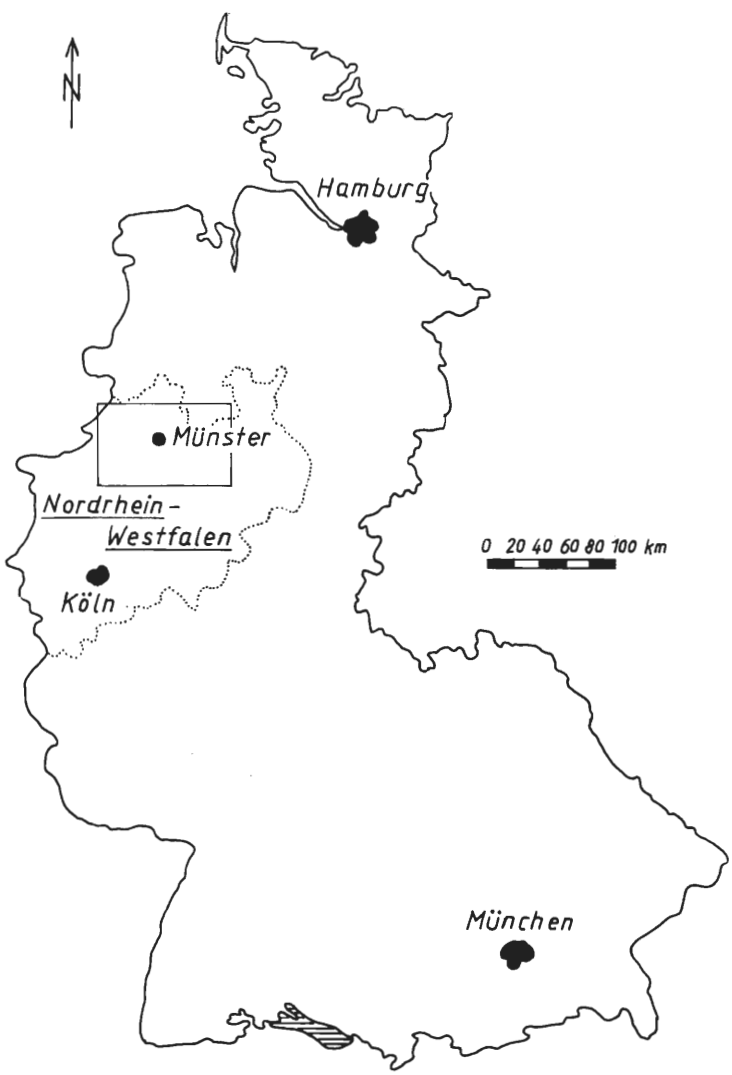


Abb. 1: Topographische Lage des Arbeitsgebietes

Stratigraphie	NW-Münsterland (NW-Beckenrand)	SE-Münsterland (Beckenzentrum)
MAASTRICHTIUM		
OBERES CAMPANIUM	Baumberger Schichten: Hangende Mergel; Flammenmergel; Baumberger Sandstein; Liegende Mergel; Billerbecker Grünsandstein	
	Coesfelder Schichten	Vorhelmer Schichten
		Beckumer Schichten
UNTERES CAMPANIUM	Osterwicker Schichten	Stromberger Schichten
	Dülmener Schichten	Reine Quadraten-Kreide

Abb. 2: Stratigraphisches Schema für das Campanium des Münsterlandes

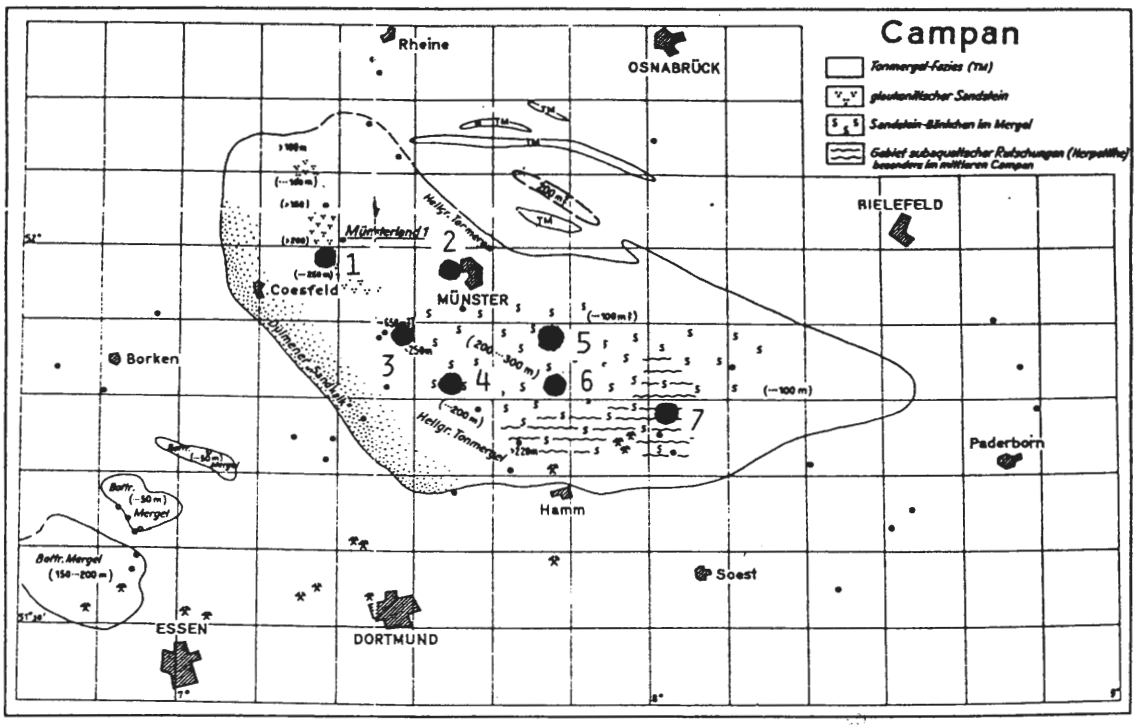


Abb. 3: Lage wichtiger bearbeiteter Fundpunkte im Münsterland: 1. Baumberge (Billerbeck und Brüche in den Baumbergen), 2. Münster-Gievenbeck, 3. Buldern, 4. Ascheberg, 5. Everswinkel, 6. Sendenhorst/Vorhelm, 7. Brüche in der Umgebung von Beckum. Kartengrundlage: ARNOLD, 1964 f.

2. Ascheberg 002

Baugrube Uhrwerkerstraße (temporärer Aufschluß, heute nicht mehr vorhanden).

Blatt 4211 Ascheberg, Koordinaten: R 34 04.280, H 57 40.680.

Stratigraphie: Oberes Campanium, höchste Coesfelder Schichten bzw. Vorhelmer Schichten, Horizont mit großwüchsigen Foraminiferen (*Lituola*-Arten).

Fauna: Aus etwa 30 kg Gesteinszersatz wurden über 100 Zähne und zahlreiche Placoidschuppen gewonnen. Artenreiche Mischfauna aus bathyalen und neritischen Elementen.

3. Tongrube der Ziegelei Frye (003) W Buldern

Blatt 4110 Senden, Koordinaten: H 57 47.080, H 25 39.400.

Stratigraphie: Unteres Campanium, Osterwicker Schichten (mittlerer Teil – Tonmergel mit Hartmergel-Packen).

Fauna: 50 kg Gestein lieferten etwa 100 Zähne und zahlreiche Placoidschuppen. Interessante und diverse Selachiergemeinschaft neritischer Prägung, kaum bathyale Elemente.

4. Baumberge 008 (Steinbruch Fark)

Blatt 4010 Nottuln, Koordinaten: R 25 94.380, H 57 59.400.

Stratigraphie: Oberes Campanium, Baumberger Schichten, Werkstein-Horizont und Hangende Mergel. Kurzprofil in Abb. 4/1 (mit Probenentnahmepunkten).

Fauna: PH1 (untere Werkstein-Bank, ca. 20 kg) – relativ reiche Gemeinschaft mit neritischen und bathyalen Elementen. PH 2 (mittlere Werkstein-Bank, ca. 20 kg) – Selachiergemeinschaft weniger divers und Zähne seltener als in PH 1. PH 3 (Glaukonit-Bank, ca. 20 kg) – reiche und höher diverse Gemeinschaft mit zahlreichen neritischen und einigen bathyalen Elementen. PH 4 (Basis obere Bank) – individuenreiche und höher diverse Gemeinschaft, ebenfalls Mischfauna verschiedener Herkunft. Im Flies selbst, dem Fundhorizont der kompletten Baumberger Fische, sind oberhalb des mit Probe PH 4 erfaßten basalen Horizontes kaum Fischzähne zu finden.

5. Baumberge 010 (neuer Steinbruch Meyer im Struckfeld)

Blatt 4010 Nottuln, Koordinaten: R 25 92.060, H 57 59.800.

Stratigraphie: Oberes Campanium, Baumberger Schichten, Hangende Mergel. Kurzprofil in Abb. 4/2 (mit Probenentnahmepunkten).

Fauna: Vor allem in Probe 7 relativ viele Fischzähne, Fauna relativ divers.

6. Baumberge 011 (alter Steinbruch Meyer im Struckfeld)

Blatt 4010 Nottuln, Koordinaten: R 25 92.425, H 57 59.800

Stratigraphie: Oberes Campanium, Baumberger Schichten, Werkstein-Horizont und Hangende Mergel.

In diesem alten Steinbruch wurde 1987/88 kurzfristig der Baumberger Sandstein aufgeschlossen. Die Bohnenschicht ist hier sehr reich an Fischzähnen und es konnten zahlreiche Belegstücke gewonnen werden.

Fauna: Mischfauna aus neritischen und bathyalen Elementen.

7. Baumberge 007 (alte Mergelgrube am Nordrand der Baumberge S Lasbeck)

Blatt 4010 Nottuln, Koordinaten: R 25 59.080, H 57 96.940.

Stratigraphie: Oberes Campanium, Obere Coesfelder Schichten.

Fauna: Von dieser Fundstelle wurden einige Fischzähne geborgen. Kleine, aber interessante Kollektion mit neritischen und bathyalen Elementen.

8. Billerbeck 013 (Steinbruch hinter der Freilichtbühne)

Blatt 4009 Coesfeld, Koordinaten:R 25 89.700, H 57 61.530

Stratigraphie: Oberes Campanium, Baumberger Schichten, höherer Teil des Billerbecker Grünsandsteins.

Fauna: Aus etwa 20 kg Gesteinszersatz wurde eine arme und nicht weiter zu interpretierende Gemeinschaft gewonnen.

9. Sendenhorst 015 (Sportzentrum, leg. W. RIEGRAF)

Blatt 4112 Sendenhorst, Koordinaten: R 34 18.750, H 57 46.330

Stratigraphie: Oberes Campanium, Vorhelmer Schichten.

Fauna: Kleine, aber interessante Kollektion bathyalen Charakters.

10. Ennigerloh (Steinbruch Anneliese Werk II)

Blatt 4114 Oelde, Koordinaten: H 46.950, R 32.300.

Stratigraphie: Oberes Campanium, Beckumer Schichten. Profil und Proben siehe Abb. 5/5.

Fauna: Artenarme, aber teilweise individuenreiche Fauna von bathyalem Charakter, fast ausschließlich *Cretascymnus* und *Centroscymnus*. In den Fischzahn-Calcisphären-Horizonten massenweise Enchodontidae-Zähne und seltene (eingeschwemmte) neritische Faunenelemnte.

11. Neuer Bruch Bosenberg 017 E Vorhelm

Blatt 4213 Ahlen, Koordinaten: R 34 30.100, H 57 40.400.

Stratigraphie: oberes Campanium, Beckumer und Vorhelmer Schichten. Profil und Proben siehe Abb. 5/1.

Fauna: Wie 016 Steinbruch Anneliese Werk II.

12. Münster-Gievenbeck 018 (alte Halde der Grube Bertha/Cölner Strontianit AG, leg. W. RIEGRAF)

Blatt 4011 Münster, Koordinaten: R 34 01.300, H 57 60.410

Stratigraphie: Vorhelmer Schichten.

Fauna: Artenarme, aber individuenreiche Gemeinschaft von bathyalem Charakter.

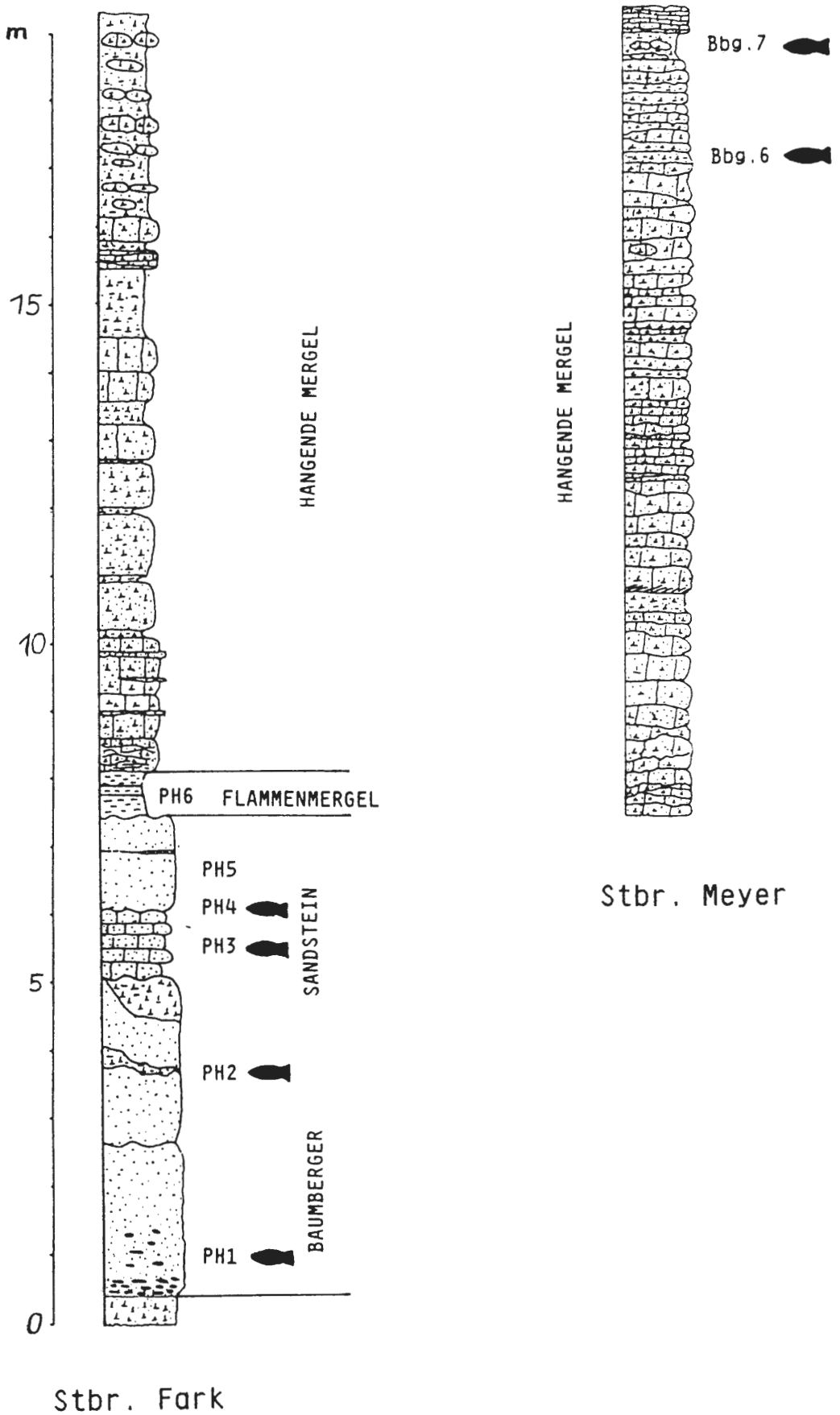


Abb. 4: Beprobte Profile in den Baumbergen

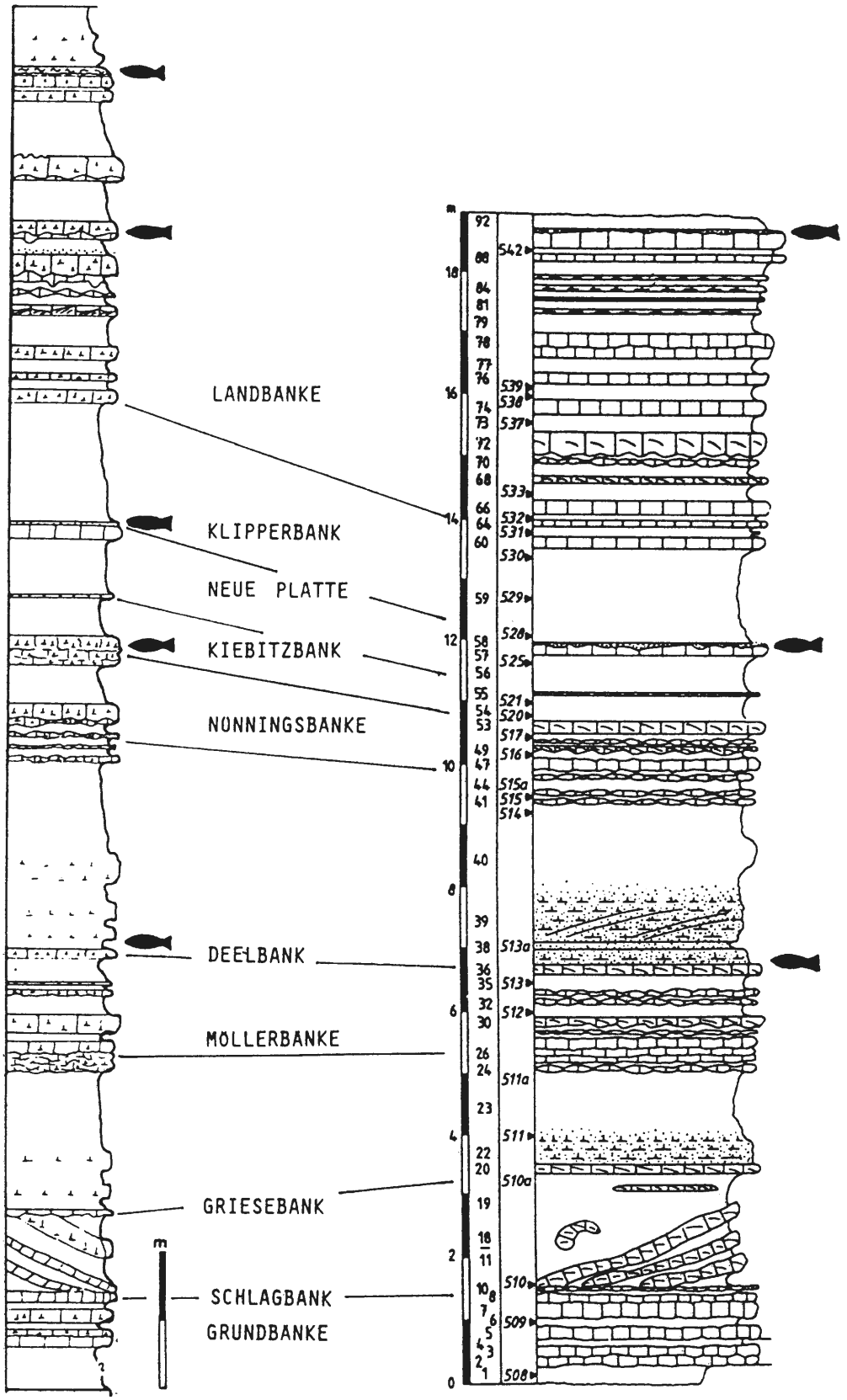


Abb. 5: Profile Umgebung von Beckum.

: Horizonte mit vielen Fischzähnen (Selachier u. Enchodontidae).

13. Münster-Gievenbeck (Aufschluß am Gievenbach, leg. W. RIEGRAF)

Blatt 4011 Münster, Koordinaten: R 34 02.180, H 57 59.970.

Stratigraphie: Vorhelmer Schichten.

Fauna: Kleine Gemeinschaft von bathyalem Charakter.

14. Aufgelassene Grube Germania 021, Ennigerloh.

Blatt 4114 Oelde, Koordinaten: R 34 32.400, H 57 43.800.

Stratigraphie: Oberes Campanium, Beckumer Schichten.

Fauna: Aus der Deelbank liegt eine individuenreiche, aber artenarme bathyale Gemeinschaft vor, dazu massenweise Enchodontidae-Zähne.

15. Umgehungsstraße Everswinkel (021) SE Münster

Blatt 4013 Warendorf, Koordinaten: R 34 20.610, H 57 55.920 bis R 34 21.050, H 57 55.900.

Beckumer und höchster Teil der Stromberger Schichten.

Fauna: In den Beckumer Schichten konnte eine artenarme, aber individuenreiche Fauna bathyalen Charakters gewonnen werden. Die Stromberger Schichten lieferten eine Gemeinschaft mit neritischen und bathyalen Elementen.

3. Arbeitsmethodik

Die meisten der hier beschriebenen Selachier sind recht kleinwüchsig. Die Zähne erreichen selten mehr als 5 mm Höhe, meist bleiben sie deutlich unter 2 mm. Viele Squaliden-Zähne, vor allem die Oberkieferzähne der Etmopterinae und Somniosinae, sind noch wesentlich kleiner, zwischen 0,5 und 1 mm hoch. Gleiches gilt für die zahlreichen Placoidschuppen. Die geringe Größe des Zahnmaterials legt schon die Arbeitsweise bei der Fossilgewinnung fest: Hier wurde fast ausschließlich mit mikropaläontologischen Methoden gearbeitet.

Im allgemeinen wurden die Proben mit einem Siebsatz 0,315 mm; 0,1 mm und 3 mm Maschenweite geschlämmt. Anfangs wurde als kleinste Maschenweite 0,63mm benutzt, doch zeigte es sich, daß hier ein großer Teil der Placoidschuppen sowie der oben erwähnten Zähne verloren ging. Von sehr fündigen Horizonten wurden Proben bis zu etwa 50 kg entnommen und aufbereitet. Die Fischreste (neben den Selachierzähnen zahlreiche Actinopterygier-Zähne und -Knochenreste) konnten mit Hilfe einer Schweretrennung (Bromoform) aus den oft umfangreichen Schlämmrückständen angereichert werden. Das führte zu einer erheblichen Zeiteinsparung bei den Auslesearbeiten, die schwere Fraktion nach der Trennung bestand meist nur aus dem Fischmaterial, mehr oder weniger viel Glaukonit sowie phosphatischen Koprolithen.

Die Aufbereitung der Proben richtete sich nach der Lithologie. Weiche Tonmergel konnten teilweise ohne weitere Hilfsmittel geschlämmt werden. In anderen Fällen wurde mit Wasserstoffperoxid eine Schlämmbarkeit herbeigeführt. Schwieriger war die Bearbeitung härterer Kalkmergel und Kalke. Hier wurden die Proben mit Säure bearbeitet (Monochloressigsäure und Ameisensäure, gepuffert mit Hornspänen). Mit beiden Säuren wurden gute Ergebnisse erzielt, wobei die Anwendung von Monochloressigsäure etwas problematisch ist. Bei

unsachgemäßer Arbeit kommt es schnell zu Anätzungen des Zahnmaterials. Die Ameisensäure arbeitet schonender, ist jedoch auch teurer. Insgesamt ist diese Methode sehr zeit- und kostenaufwendig und lohnt sich nur bei der Aufbereitung besonders fossilreicher Proben. Eine andere Möglichkeit jedoch bot die Bearbeitung von Gesteinszersatz. An vielen Fundpunkten konnte vor allem in der Umgebung von Klüften erdiger Gesteinszersatz gewonnen werden, der sich gut schlämmen ließ. So wurde beispielweise von der Fundstelle Billerbeck aus etwa 150 kg Gesteinszersatz ein Material von vielen Hundert Zähnen gewonnen, was mit der Säuremethode aus festen Kalken undenkbar wäre. Die Zähne haben unter der Verwitterung überwiegend nicht erkennbar gelitten und liegen zum großen Teil in sehr guter Erhaltung vor. Selbst Foraminiferen, Mollusken und Echinodermenreste fanden sich teilweise in guter Erhaltung.

Partiell schwierig war die Reinigung der Zähne von anhaftenden Gesteinspartikeln. Kalkiges Material konnte mit Hilfe von Essigsäure entfernt werden, toniges Material mit dem Reinigungsmittel Rewoquat. Problematisch war dagegen das Beseitigen von Glaukonit. Im Material vieler Fundpunkte (vor allem Billerbeck, aber auch Baumberger Werkstein) fanden sich authigene Glaukonitaggregate, welche mehr oder weniger fest mit Zähnen (vor allem den porösen Wurzeln) verwachsen sind und in feine Risse des Zahnschmelzes hineinreichen. Der Glaukonit konnte zwar mit Rewoquat gelöst werden, doch führte dies regelmäßig zum Zerfall auch der Glaukonit-imprägnierten Zähne. Nachdem bei den Reinigungsversuchen mit Rewoquat einige gute und wertvolle Zähne verloren gingen oder stark beschädigt worden sind, wurde auf die Reinigung der Glaukonit-imprägnierten Zähne verzichtet. Leider sind solche Zähne schlecht geeignet für REM-Aufnahmen, daher wurde in vielen Fällen auf eine zeichnerische Darstellung zurückgegriffen.

Relativ einfach gestaltete sich die Materialsammlung in den dünnen Fischzahnhorizonten der Beckumer Schichten. Durch Verwitterung werden die Fischzähne überwiegend sehr gut oberflächlich herauspräpariert. Daher wurden größere Mengen der dünnen Platten gesammelt und unter dem Mikroskop abgesucht. Teilweise ließen sich die Zähne mit Rewoquat herauslösen, teilweise mit Säure. In vielen Fällen ließen sich die Zähne auf den Platten ohne Präparation bestimmen. Herausgelöst wurde daher nur Material für Abbildungen oder Zähne seltener Taxa für eine allseitige Musterung. Auf die gleiche Weise konnte der Fossilbestand aus der Bohnenschicht des Baumberger Werksteines bestimmt werden.

Da die Zähne naturgemäß nicht überall reichlich vorkommen, spielt die Prospektion höffiger Horizonte eine wichtige Rolle. Durch die Konzentration der Arbeiten auf fossilreiche Niveaus kann in kurzer Zeit relativ viel Material zusammengetragen werden, vergeblicher Aufwand mit „Leerproben" wird vermieden. Wegen der Kleinheit der Zähne sind diese im Gelände häufig nicht direkt zu beobachten, so daß nach anderen Anhaltspunkten gesucht werden muß. Sehr höffig sind kondensierte Horizonte, häufig kenntlich an einem sehr hohen Glaukonitanteil („Glaukonitseifen"). Wichtig sind weiterhin die Ablagerungen von Suspensionsströmen, wo durch die gravitative Sortierung die (schweren!) Fischzähne an der Basis solcher turbiditischen Serien zu finden sind (z. B. Beckumer Schichten). In sehr homogenen und makroskopisch schwer zu untergliedernden Tonen und Tonmergeln lassen sich Anreicherungen (Kondensationen?) teilweise in Form von Koprolithen-Lagen erkennen (z. B. Buldern). Als Quelle von Fischmaterial wurden auch die Köcher von *Terebella* angesehen. Es wurde eine größere Anzahl davon gesammelt und unter dem Mikroskop untersucht. Bis jetzt fanden sich jedoch im Wandmaterial der Köcher fast nur Actinopterygier-Reste, Selachierzähne wurden bisher nur im Material eines Köchers nachgewiesen.

4. Paläontologischer Teil

Obwohl in den letzten Jahrzehnten die Kenntnis über fossile Selachier stark gestiegen ist (der gegenwärtige Kenntnisstand ist in etwa von CAPPETTA, 1987: Handb. Paleoichthyol., Band Chondrichthyes II zusammengefaßt), sind im Detail noch zahlreiche Probleme bei der Bestimmung und systematischen Einordnung isolierter Zähne vorhanden. Da ist zunächst die bei manchen Gruppen noch völlig unzureichende Bearbeitung und Beschreibung der Kieferzähne rezenter Taxa zu nennen, was den Vergleich fossilen und rezenten Materials sehr erschwert und

eine sichere systematische Zuordnung manchmal ganz verhindert. Weiterhin ist die Beschreibung und Abbildung der Zähne (und auch der Placoidschuppen) in der ichthyologischen Literatur häufig zu grob und zu stark schematisiert, als daß damit eine sichere Arbeitsgrundlage gegeben wäre. Das ist besonders schmerzlich wegen der Tatsache, daß viele Taxa (vor allem Tiefseeformen) bisher nur in wenigen Exemplaren gefangen wurden und weltweit verstreut in den Museen aufbewahrt werden. Daher ist es in vielen Fällen auch nicht möglich, das rezente Material für einen direkten Vergleich heranzuziehen.

Eine weitere Ursache für Probleme bei der Bestimmung und systematischen Einordnung fossiler Zähne und Schuppen ist biologischer Natur. Beide Hartteilgruppen sind während der Ontogenese teilweise starken morphologischen Veränderungen unterworfen, die sich mit dem meist lückenhaften Fossilmaterial häufig noch nicht sicher rekonstruieren lassen. Einen Eindruck von der Morphogenese von Zähnen und Schuppen vermitteln die Arbeiten von REIF (siehe Lit.-Verz.). Angesichts dieser Tatsachen erscheinen zahlreiche frühere Bestimmungen zweifelhaft und viele früher aufgestellten Taxa sind von modernen Autoren wieder eingezogen worden. Leider kommt es umgekehrt auch heute noch vor, daß neue Taxa auf einem zu dürftigen Material basieren. In der Regel sollte vor der Aufstellung neuer Arten die Zahnfolge der Kiefer wenigstens grob bekannt sein.

Schließlich muß noch erwähnt werden, daß ein bestimmter Zahntyp von unterschiedlichen Gruppen gebildet werden kann und solche Konvergenzen lassen sich im fossilen Material machmal nicht sicher als solche feststellen. Daher ist anzunehmen, daß manche Taxa polyphyletischer Natur sind. Die damit verbundenen Bestimmungsprobleme erschweren gegenwärtig noch die Rekonstruktion der Evolution und der Verwandtschaftsverhältnisse. Der Versuch, mit Hilfe des Merkmalsgefüges der Zähne Evolution und Verwandtschaftsverhältnisse für höhere systematische Kategorien nachzuzeichnen, stößt hier teilweise noch an Grenzen. Je nachdem, welchen Merkmalen man Priorität einräumt, kommen verschiedene Ergebnisse

---

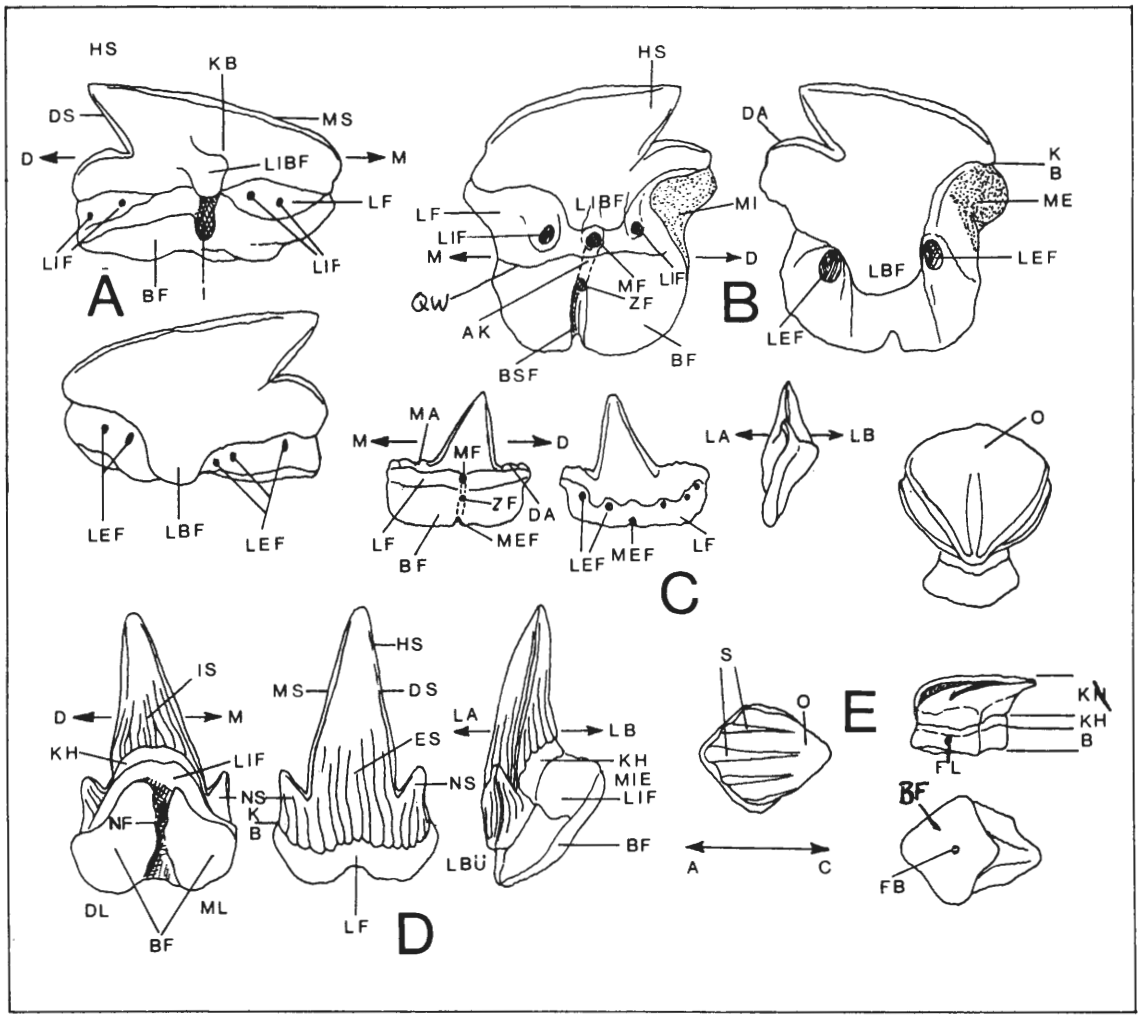
Abb. 6: Erläuterung der zur Beschreibung von Zähnen und Schuppen benutzten Terminologie (in Klammern übliche Terminologie der englischsprachigen Literatur)

A: Räumliche Anordnung und Orientierung der Zähne im Gebiß; S: Symphyse (symphyse), M: Mundwinkel oder Komissur (comissur)), A: anterior (anterior), L: lateral (lateral), P: posterior (posterior), LI: lingual (lingual, interne), LA: labial (labial, externe), ME: mesial (mesial), DI: distal (distal), ZR: Zahnreihe (row), ZS: Zahnserie (serie).

A-G: Morphologie der Zähne und Schuppen; B: lamnoider Zahntyp, C: Zahn vom *Squalus*-Typ, D: Zahn vom Somniosinae-Typ (Unterkiefer), E: Zahn vom Somniosinae-Typ (Oberkiefer), F: rajiformer Zahntyp, G: Placoidschuppe.

Allgemeine Morphologie: KR: Krone (crown), W: Wurzel (root), BA: Basis (base), KH: Kronenhals oder einfach Hals (neck, collar furrow oder lingual furrow).

Krone: LF: Lingualfläche (lingual face), LBF: Labialfläche (labial face), KRR: Kronenrumpf (base of the crown), HS: Hauptspitze (main cusp), MES: mesialer Schneiderand (mesial cutting edge), DIS: distaler Schneiderand (distal cutting edge) – (bilden zusammen MDG: Mesodistalgrat – mesodistal edge/crest ore transversal edge/crest), NS: Nebenspitzen (lateral cuspelets), SR: Serrulation (Zackung) der Schneideränder (serrulation), MKA: mesialer Kronenabsatz (mesial heel), DKA: distaler Kronenabsatz (distal heel), LABF: labialer basaler Kronenfortsatz (apron), LIBF: lingualer basaler Kronenfortsatz (uvula), SF: Schmelzfalten oder -streifen (folds), LÜ: labialer Kronenüberhang (labial bulge), LAR: Labialrand (labial rim), LIR: Lingualrand (lingual rim), MDG: Mesodistalgrat oder Transversalgrat (mesodistal ore transversal crest), PMG: Posteromediangrat (posteromedian ridge), PLF: Posterolaterlfläche (posterolateral face), LAV: labiales Visier (labial visor), LIV: linguales Visier (lingual visor), LEK: laterale Ecken (lateral ore marginal angles).
Wurzel (root): LF: Lingualfläche (lingual face), LBF: Labialfläche (labial face), BAF:



Basalfläche (basal face), WL: Wurzelloben oder -äste (lobes oder branches), MIE: mediointerne Expansion (centro-lingual protuberance), LQW: lingualer Querwulst (internal bulge), LID: laterointerne Depression (lingual hollow), LED: lateroexterne Depression (labial hollow).
Vascularisation: NF: Nährfurche (axial groove), NFO: Nährforamen (central foramen), MIF: mediointernes Foramen (mediointern foramen), ZF: zentrales Foramen (central foramen), MEF: medioexternes Foramen (medioextern foramen), der Abschnitt des axialen Kanals zwischen MIF und ZF ist der MIK: mediointerner Kanal (mediointern canal), zwischen ZF und MEF der MEK: medioexterner Kanal (medioextern canal), bei offenem MEK wird dieser zur MEF: medioexternen oder basalen Furche Furche (medioextern oder basal furrow), INF: Infundibulum (infundibulum), LEF: lateroexterne Foramina (lateroextern foramens), LIF: laterointerne Foramina (laterointern foramens).
Placoidschuppen:
O: Oberseite Krone (outer face), A: anterior (apical), P: posterior (posterior), BAF: Basalfläche (basal face), FB: basales Foramen (basal foramen), FL: laterales Foramen (lateral foramen).

heraus. Erinnert sei an die recht konträren Modelle von GLYCKMANN (1964) auf der Grundlage vor allem von Zähnen oder von COMPAGNO (1973) auf der Basis des kompletten Organismus mit seinem komplexen Merkmalsgefüge. Auch von anderen Autoren sind mehr oder weniger unterschiedliche Vorstellungen publiziert worden. Wegen der teilweise noch sehr lückenhaften Überlieferung fossilen Skelettmaterials sind theoretische Überlegungen auf der Basis morphologischer und histologischer Merkmale der Kieferzähne angestellt worden. Dabei ist jedoch keineswegs immer klar, welche Merkmale oder Merkmalsgruppen am geeignetsten und aussagekräftigsten sind. Die unterschiedlichen Kladogramme bei diversen Autoren spiegeln die Unsicherheiten wieder. So legitim solche Überlegungen auch sind, so scheint es doch wichtiger, den teilweise noch sehr lückenhaften Fossilnachweis durch weitere Arbeiten zu verbessern und zu verdichten. Phylogenetische Prozesse sind sicher an den Objekten selbst eher zu rekonstruieren und nachzuvollziehen als durch theorethische Übungen.

Im systematischen Teil der Arbeit wird die von CAPPETTA (1987) im Handbook of Paleoichthyologie (Teil Chondrichthyes II) benutzte Systematik übernommen, welche im wesentlichen an COMPAGNO (1973, 1977) orientiert ist. Diese Systematik ist sicher nicht in allen Bereichen befriedigend, doch dürfte sie in der nächsten Zeit die wohl gebräuchlichste sein. Die in den Beschreibungen benutzte Terminologie beruht ebenfalls auf der von CAPPETTA (1987) verwendeten. Zum besseren Verständnis sind in Abb. 6 die wichtigsten Termini erläutert, wobei den deutschen Bezeichnungen die in der englischen Literatur gebräuchlichen Ausdrücke der besseren Vergleichbarkeit wegen hinzugefügt sind.

Die Beschreibungen werden in der Regel (wenn das Fossilmaterial ausreichend genug ist) möglichst ausführlich gehalten, denn es hat sich gezeigt, daß manche sehr knappe Beschreibungen in der Literatur nicht zur sicheren Identifikation ausreichen. Wenn dann noch die Abbildungen keine Details zeigen, ist die Interpretation des beschriebenen Materials nicht selten unsicher. Eine Straffung erfolgt bei den Synonymie-Listen. Bei häufig behandelten Arten werden nur wichtige Zitate angegeben oder es wird auf Arbeiten verwiesen, wo die entsprechende Art ausführlich behandelt wurde und keine Meinungsunterschiede zum zitierten Autor bestehen. Im vorliegendem Fall ist dies in der Regel die sehr umfassende Arbeit von J. HERMAN (1977). Die Beschreibungen sind durch zahlreiche Abbildungen ergänzt, um möglichst viele Zähne unterschiedlicher Stellung im Kiefer darzustellen. Wegen der oben erwähnten Schwierigkeiten bei der Reinigung der Zähne eigneten sich viele nicht für REM-Photos. Deshalb wird hier vor allem auf zeichnerische Darstellung zurückgegriffen. Die Vorlagen für die Zeichnungen wurden mit einem Zeichenspiegel und einem Stereomikroskop angefertigt. Wo möglich, sind zusätzlich REM-Photos beigegeben.

Bei der Beschreibung der durch Skelettfunde belegten Taxa wird aus Platzgründen nur auf Einzelheiten der Gebißstruktur eingegangen, da dies im Zusammenhang mit der Identifizierung von isoliertem Zahnmaterial wichtig ist. Eine Neubearbeitung mit ausführlicher Beschreibung der Typus-Exemplare ist für eine separate Arbeit vorgesehen.

4.1. Systematische Faunenliste:

Classis Chondrichthyes HUXLEY, 1880
Subclassis Elasmobranchii BONAPARTE, 1838
Cohort Euselachii HAY, 1902
Superfamilia Hybodontoidea ZANGERL, 1981
Familia Ptychodontidae JAEKEL, 1898
Genus *Ptychodus* AGASSIZ, 1838
1. *Ptychodus beluccii* BONARELLI, 1899
Subcohort Neoselachii COMPAGNO, 1977
Supraordo Squalomorphii COMPAGNO, 1973
Ordo Hexanchiformes BUEN, 1926
Subordo Hexanchoidei GARMAN, 1913
Familia Hexanchidae GRAY, 1851
Genus *Hexanchus* RAFINESQUE, 1810
2. *Hexanchus* cf. *microdon* (AGASSIZ, 1843)
Genus *Notidanoides* MAISEY, 1986
3. *Notidanoides* ? sp.
Ordo Squaliformes GOODRICH, 1909
Familia Echinorhinidae GILL, 1862
4. Echinorhinidae?, gen. et sp. indet.
Familia Squalidae BONAPARTE, 1834
Subfamilia Squalinae BONAPARTE, 1834
Genus *Centrophoroides* DAVIS, 1887
5. *Centrophoroides appendiculatus* (AGASSIZ, 1843)
Genus *Squalus* LINNE, 1758
6. *Squalus vondermarcki* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989
Squalidae, gen. indet.
7. Genus aff. *Deania* n. sp.
Subfamilia Etmopterinae FOWLER, 1934
Genus *Eoetmopterus* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989
8. *Eoetmopterus supracretaceus* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989
Subfamilia Somniosinae JORDAN, 1888
Genus *Centroscymnus* BOCAGE & CAPELLO, 1864
9. *Centroscymnus praecursor* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989
Genus *Cretascymnus* CAPPETTA, 1980
10. *Cretascymnus westfalicus* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989
11. Somniosinae, gen. indet., sp. 1
12. Somniosinae, gen. indet., sp. 2
Supraordo Squatinomorphii COMPAGNO, 1973
Ordo Squatiniformes BUEN, 1926
Familia Squatinidae BONAPARTE, 1838
Genus *Squatina* DUMERIL, 1906
13. *Squatina baumbergensis* VON DER MARCK, 1885
14. *Squatina* sp.
Supraordo Galeomorphii COMPAGNO, 1973
Ordo Heterodontiformes BERG, 1937
Familia Heterodontidae GRAY, 1851
Genus *Heterodontus* BLAINVILLE, 1816
15. *Heterodontus lonzeensis* HERMAN, 1977
16. *Heterodontus* cf. *havreensis* HERMAN, 1977
Ordo Orectolobiformes APPLEGATE, 1972
Familia Hemiscylliidae GILL, 1862
Genus *Hemiscyllium* SMITH, 1837
17. *Hemiscyllium hermani* n. sp.
18. *Hemiscyllium* ? sp.
Genus *Chiloscyllium* MÜLLER & HENLE, 1837
19. *Chiloscyllium gaemersi* n. sp
20. *Chiloscyllium greenei* (CAPPETTA, 1973)
Familia Parascylliidae GILL, 1862
Genus *Pararhincodon* HERMAN in CAPPETTA, 1976

21. *Pararhincodon groessensi* HERMAN, 1982
Ordo Lamniformes BERG, 1958
Familia Mitsukurinidae JORDAN, 1898
Genus *Anomotodon* ARAMBOURG, 1952
22. *Anomotodon* aff. *plicatus* ARAMBOURG, 1952
Genus *Scapanorhynchus* WOODWARD, 1889
23. *Scapanorhynchus* sp.
Familia Cretoxyrhinidae GLYCKMAN, 1958
Genus *Cretolamna* GLYCKMAN, 1958
23. *Cretolamna appendiculata* AGASSIZ, 1843
Genus *Cretodus* SOKOLOV, 1965
24. *Cretodus* ? sp.
Familia Anacoracidae CASIER, 1947
Genus *Squalicorax* WHILLEY, 1939
25. *Squalicorax kaupi* (AGASSIZ, 1843)
Ordo incertae (Lamniformes?)
Familia Palaeospinacidae REGAN, 1906
Genus *Paraorthacodus* GLYCKMAN, 1957
26. *Paraorthacodus nerviensis*(LERICHE, 1929)
27. *Paraorthacodus* ? sp.
Genus *Synechodus* WOODWARD, 1888
28. *Synechodus lerichei* HERMAN, 1977
Ordo Carcharhiniformes COMPAGNO, 1973
Familia Scyliorhinidae GILL, 1862
Genus *Scyliorhinus* BLAINVILLE, 1816
29. *Scyliorhinus angustus* (MÜNSTER, 1843)
30. *Scyliorhinus elongatus* (DAVIS, 1887)
31. *Scyliorhinus germanicus* HERMAN, 1982
32. *Scyliorhinus riegrafi* n. sp.
33. *Scyliorhinus* sp. aff. *S. destombesi* CAPPETTA, 1973
Familia Triakidae GRAY, 1851
Genus *Paratriakis* HERMAN, 1977
34. *Paratriakis decheni* VON DER MARCK, 1863
35. Triakidae, gen. indet., sp. (n. sp.)
Genus *Palaeogaleus* GURR, 1962
36. *Palaeogaleus havreensis* HERMAN, 1977
Genus *Gaeorhinus* BLAINVILLE, 1816
37. *Galeorhinus girardoti* HERMAN, 1977
Supraordo Batomorphii CAPPETTA, 1980
Ordo Rajiformes BERG, 1940
Subordo Rhinobatoidei FOWLER, 1941
Familia Rhinobatidae MÜLLER & HENLE, 1838
Genus *Rhinobatos* LINCK, 1790
38. *Rhinobatos tesselatus* VON DER MARCK, 1894
39. *Rhinobatos* sp.
Genus *Rhombopterygia* CAPPETTA, 1980
40. *Rhombopterygia* ? sp.
Subordo Sclerorhynchoidei CAPPETTA, 1980
Familia Sclerorhynchidae CAPPETTA, 1974
Genus *Micropristis* CAPPETTA, 1980
41. *Micropristis* ? sp.
42. Sclerorhynchidae?, gen. et sp. indet.

4.2. Beschreibung

Bevor die Beschreibung der selbst gefundenen Taxa erfolgt, sollen an dieser Stelle die wenigen Zitate aus der Literatur kommentiert werden, die campanes Material betreffen könnten. Dabei werden die Taxa nomenklatorisch revidiert und kommentiert. Da das Material nicht eingesehen werden konnte, ist die Bestimmung nicht in jedem Fall gesichert.

ARNOLD (1964c): *Corax heterodon* – gemeldet aus dem Bottroper Mergel der Ziegelei Ridderbusch westlich Dorsten (höchstes Santon bis tiefstes Campan). *Corax heterodon* REUSS, 1845 ist ein invalides Taxon und stellt eine Mischung von Zähnen der Arten *Squalicorax kaupi* (AGASSIZ) und *Squalicorax falcatus* (AGASSIZ) dar. Zu einer der beiden Arten sind die von ARNOLD erwähnten Zähne zu stellen. *S. falcatus* ist bekannt aus dem Cenoman bis Santon, *S. kaupi* vom Coniac bis Campan. Die stratigraphische Position des Fundhorizontes spricht für *S. kaupi* (AGASSIZ).

ARNOLD (1964d): Fossilliste für die Münsterländer Oberkreide (Angaben nicht stratigraphisch horizontiert):

Ptychodus latissimus = *Ptychodus latissimus* AGASSIZ, 1843: bekannt vom Cenoman bis Coniac.

Scapanorhynchus raphiodon = *Scapanorhynchus raphiodon* AGASSIZ, 1844: Cenoman bis Campan.

Lamna appendiculata = *Cretolamna appendiculata* (AGASSIZ, 1843): Alb und gesamte Oberkreide.

Isurus mantelli = Cretoxyrhina mantelli (AGASSIZ, 1843): Cenoman bis Santon. Es könnte sich auch teilweise um Verwechslungen mit *Cretoxyrhina acuminata* (AGASSIZ, 1843) handeln (Campanium bis Maastrichtium).

Isurus angustidens = *Paranomotodon angustidens* (REUSS, 1845): Cenoman bis Campan.

Corax falcatus = *Squalicorax falcatus* (AGASSIZ, 1843): Cenoman bis Santon.

Corax heterodon = *Squalicorax falcatus* (AGASSIZ, 1843) oder *Squalicorax kaupi* (Coniac bis Campan.)

Der Vollständigkeit halber seien hier noch einige Fundmeldungen aus dem Santon revidiert:

ARNOLD (1964a): *Oxyrhina mantelli* (Ziegelei Shamrock bei Wanne-Holsterhausen) = *Cretoxyrhian mantelli* (AGASSIZ, 1843).

ARNOLD (1964b, Halterner Sande und ihre Fauna): *Ptychodus latissimus* und *Ptychodus* cf. *latissimus* = sicher kein *latissimus* AGASSIZ, 1843, ohne Material nicht zu revidieren. *Lamna* sp. = vermutlich *Cretolamna appendiculata* (AGASSIZ, 1843). *Otodus appendiculatus* = *Cretolamna appendiculata* (AGASSIZ, 1843).

ARNOLD & WOLANSKY (1964): Bohrungen Donar 1 u. 5 (Santon bis Campan 2): *Oxyrhina angustidens* = *Paranomotodon angustidens* (REUSS, 1845). Bohrungen in der Umgebung von Kirchhellen (ohne genaue stratigraphische Angaben): *Oxyrhina mantelli* = *Cretoxyrhina mantelli* (AGASSIZ, 1843); *Corax falcatus* = *Squalicorax falcatus* (AGASSIZ, 1843); *Lamna* sp. = ?*Cretolamna appendiculata* (AGASSIZ, 1843).

4.2.1. Familia **Ptychodontidae** JAEKEL, 1898

Genus *Ptychodus* AGASSIZ, 1838

Typus-Art: *Ptychodus mammillaris* AGASSIZ, 1838

Ptychodus belluccii BONARELLI, 1899

*1899 *Ptychodus Beluccii* – BONARELLI: 1023, Taf. Fig. 7
1933 *Ptychodus beluccii*, – LERICHE: 77-80, Taf. Fig. 1, 1a.
1977 *Ptychodus belucci*, – HERMAN: 76-77 (dort weitere Synonymie).
v1964 *Ptychodus* sp., – GIERS: 288.

Material: 1 Zahn aus der coll. GIERS (Beckum), Ruhrlandmuseum Essen.

Bemerkungen: Von GIERS (1964) wurde ein nicht spezifisch bestimmter Zahn aus den Unteren Beckumer Schichten von Beckum erwähnt. Der Zahn liegt in der Sammlung des Ruhrlandmuseums Essen und konnte überprüft werden. Es handelt sich um *P. belucciii*, die vielleicht stratigraphisch jüngste und recht seltene Art der Gattung *Ptychodus*. In Westeuropa ist die Art bisher aus dem Campanium von Großbritannien und Frankreich bekannt.

4.2.2. Familia **Hexanchidae** GRAY, 1851

Hexanchus RAFINESQUE, 1810

(*Monopterhinus* BLAINVILLE & PREVOST, 1816; *Notidanus* CUVIER, 1817)Typus-Art: *Squalus griseus* BONATERRE, 1788: rezent)

Hexanchus* cf. *microdon (AGASSIZ, 1843)

(*1843 *Notidanus microdon* AGASSIZ: 221, Taf. 36 Fig. 1 u. 2.)
(1977 *Notidanus* (*Hexanchus*?) *microdon*, – HERMAN: 98-99, Taf. 3 Fig. 7.)
v1989 *Hexanchus* cf. *microdon*, – MÜLLER & SCHÖLLMANN: 6.

Material: Billerbeck 001: Fragmente von ca. 5 Zähnen, Bosenberg 017 (leg. W. RIEGRAF, 544a): 1 Fragment; Gievenbeck 018 (leg. W. RIEGRAF): 1 Fragment (alles coll. MÜLLER).

Beschreibung: Die vorhandenen Zahnfragmente lassen folgende Merkmale erkennen: Zähne relativ klein, mit der für Hexanchidae-Zähne typischen hohen Wurzelplatte und einer mehrspitzigen Krone ausgestattet. Die einzelnen Spitzen der Krone nehmen von mesialer nach distaler Richtung kontinuierlich an Höhe ab. An der Basis der mesialen Spitze („Hauptspitze") ist eine kräftige Zähnelung entwickelt (4-6 Zähnchen). Die Zahnfragmente lassen sich allgemein nicht mehr nach ihrer Stellung in den Kiefern sortieren (kürzere und höhere des Oberkiefers, längere und niedrigere Zähne des Unterkiefers mit einer größeren Anzahl von Spitzen). Ein Zahn mit einer einzigen, schlanken Spitze ist jedoch als Parasymphysenzahn des Oberkiefers zu bestimmen.

Bemerkungen: Die aufgrund der unzureichenden Erhaltung nur teilweise zu beobachtenden Details der Zahnmorphologie stimmen mit dem von den Zähnen der Art *Hexanchus microdon* bekannten Bild überein. Wegen der erhaltungsbedingt unzureichenden Vergleichsmöglichkeit wird die Bestimmung nur mit Vorbehalt vorgenommen. *H. microdon* sehr ähnlich sind die Zähne von *H. gracilis* (DAVIS, 1887) aus dem Santonium von Sahel Alma (Libanon). Die Zähne von *H. microdon* besitzen eine etwas höhere Anzahl von Spitzen als die von *H. gracilis* (CAPPETTA, 1980: 78-79). Im höheren Santonium vom Weiner Esch bei Ochtrup kommen unzweifelhafte Zähne von *H. microdon* vor, die in den Proportionen gut mit dem defekten Material aus dem Campanium übereinstimmen.

Notidanoides MAISEY, 1986
Typus-Art: *Notidanus muensteri* AGASSIZ, 1843

Notidanoides ? sp.

Material: Sportzentrum Sendenhorst 015 (leg. W. RIEGRAF): 1 Zahn (coll. MÜLLER).

Beschreibung: Der Zahn ist relativ klein (ca. 1,3mm lang) und stammt entweder von einem juvenilen Fisch oder einer sehr kleinen Art. Erhalten sind große Teile der Krone und der Wurzel. Die Wurzel, stark korrodiert, bildet eine für Hexanchidae recht massive Wurzelplatte, auf der die Krone deutlich abgewinkelt steht. Einzelheiten der Wurzelmorphologie sind erhaltungsbedingt nicht zu diagnostizieren. Die Krone zeigt eine starke Hauptspitze, welche deutlich in distaler Richtung geneigt ist. Hinter der Hauptspitze folgt eine wesentlich kleinere Spitze, weitere Nebenspitzen sind nicht erhalten. Aus der gesamten Morphologie der Krone ist jedoch zu ersehen, daß vermutlich höchstens noch eine weitere Nebenspitze vorhanden war. Der mesiale Schneiderand der Hauptspitze ist scharf und völlig glatt. Eine basale Serrulation der Hauptspitze, wie sie den Zähnen der meisten Hexanchidae-Genera eigen ist, fehlt völlig.

Bemerkungen: Obwohl der Zahn nicht vollständig erhalten ist, lassen sich über die systematische Stellung des dazugehörigen hexanchiden Selachiers einige Überlegungen anstellen. Wichtigstes Merkmal ist das völlige Fehlen der basalen Serrulation der Hauptspitze. Diese Serrulation ist bei den Zähnen fast aller Hexanchidae in differenzierter Form entwickelt, fehlt aber bei den Zähnen des fossilen Genus *Notinaoides* MAISEY, 1986. Daher dürfte der Zahn zu einem Vertreter des Genus *Notidanoides* gehören. Dazu paßt auch die recht massive Wurzel. Die Gattung *Notidanoides* ist bisher mit drei Arten vom Lias bis zur Unterkreide vertreten. Die stratigraphisch jüngste Art ist *N. pockrandti* THIES, 1987 aus dem unteren Hauterivium von Engelbostel (Niedersachsen). Die Zähne dieser Unterkreide-Art unterscheiden sich neben der schon bedeutenderen Größe auch in einigen morphologischen Aspekten vom vorliegenden Zahn, z. B. im Verlauf des mesialen Schneiderandes der Hauptspitze. Dieser ist bei den Oberkieferzähnen von *N. pockrandti* fast gerade, bei den Unterkieferzähnen gleichmäßig konvex gebogen (vergleiche THIES, 1987: Taf. 1 Fig. 1-2). Beim vorliegendem Zahn ist die Basis der Hauptspitze konvex gebogen und geht dann in einen langen, annähernd gerade bis zur Spitze verlaufenden Abschnitt über. Nach der ganzen beurteilbaren Zahnmorphologie dürfte es sich um einen Oberkieferzahn handeln. Die geringe Größe des Zahnes steht im Kontrast zu den Zähnen der überwiegend recht großwüchsigen Hexanchidae-Arten und wird auf ein geringes Alter des zugehörigen Individuums zurückgeführt. Leider stehen im Moment keine Untersuchungen über die Morphogenese der Zähne rezenter Hexanchidae zur Verfügung. Angesichts der diagnostischen Probleme wird der Zahn mit Vorbehalt zur Gattung *Notidanoides* MAISEY, 1986 gestellt. Sollte diese Zuordnung durch weitere, besser bestimmbare Zahnfunde erhärtet werden, erweitert sich die stratigraphische Reichweite der Gattung *Notidanoides* vom Lias bis zum Campanium.

4.2.3. Familia **Echinorhinidae** GILL, 1862

Echinorhinidae ?, gen. et sp. indet.

v1989 Echinorhinidae, gen. et sp. indet. – MÜLLER & SCHÖLLMANN: 6, Abb. 3 Nr. 1 u. 2.

Material: Billerbeck 001: 1 unvollständiger Zahn (coll. MÜLLER).

Bemerkungen: Neben dem von MÜLLER & SCHÖLLMANN (1989); beschriebenen unvollständigen Zahn von Billerbeck ist kein neues Material hinzugekommen, so daß die genauere systematische Position dieses Echinorhinidae-Zahnes offen bleiben muß. In der rekonstruierten Form des Zahnes ergeben sich oberflächlich einige Ähnlichkeiten mit Zähnen der Gattung *Pseudoechinorhinus* PFEIL, 1983.

4.2.4. Familia **Squalidae** BONAPARTE, 1834

Subfamilia Squalinae BONAPARTE, 1834
Genus *Centrophoroides* DAVIS, 1887
Typus-Art: *Centrophoroides latidens* DAVIS, 1887

Centrophoroides appendiculatus (AGASSIZ, 1843)
Taf. 1 Fig. 5-6

*1843 *Corax appendiculatus* AGASSIZ, 3: 227, Taf. 260 Fig. 18-20.
1977 *Squalus appendiculatus*, – HERMAN: 132 (?partim?), Taf. 5 Fig. 6a-d, ?e, ?f, g, ?j, k – ?non 6h und 6i = ?*Squalus vondermarcki* MÜLLER & SCHÖLLMANN (im Druck)
1982 *Centrosqualus appendiculatus*,– HERMAN: 133-134 (partim?), Taf. 1 Fig. 4b – (non Fig. 4b = *Squalus vondermarcki* MÜLLER & SCHÖLLMANN (im Druck).
v1989 *Centrophoroides appendiculatus*, – MÜLLER & SCHÖLLMANN: 7, Abb. 3 Nr. 6a-c, 7a-b.

Material: Billerbeck 001: 6 Zähne + Fragmente; Baumberge 010 (neuer Stbr. Meyer: Probe 7 W. RIEGRAF): 1; Baumberge 008 (Stbr. Fark, Werkstein) 3 + Fragmente; Ascheberg 002: 2; Ennigerloh 016 (Stbr. Anneliese Werk II, Deelbank, leg W. RIEGRAF): 1 (alles coll. MÜLLER).

Bemerkungen: Zu dem von MÜLLER & SCHÖLLAMNN (1989) beschriebenen Material sind inzwischen weitere Zähne hinzugekommen, welche teilweise besser erhalten sind. Eine Diskussion ist unter *Squalus vondermarcki* zu finden.

Genus *Squalus* LINNAEUS, 1758
(*Acanthias* RISSO, 1826)
Typus-Art: *Squalus acanthias* LINNAEUS, 1758; rezent.

Squalus vondermarcki MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989
Taf. 1 Fig. 1-4

1977 *Squalus* cfr. *latidens*, – HERMAN: 139, Taf. 5 Fig. 9
1982 *Centrosqualus appendiculatus*, – HERMAN: 133-134 (partim), Taf. 1 Fig. 4a (non Taf. 1 Fig. 4b = *Centrophoroides appendiculatus* [AG.]).
v*1989 *Squalus vondermarcki* MÜLLER & SCHÖLLMANN: 8-9, Abb. 3 Nr. 3a-c, 4a-d, 5a-c.

Material: Billerbeck 001: ca. 30 Zähne und zahlreiche Fragmente; Mergelgrube Baumberge 007: 2; Baumberge 010 (neuer Stbr. Meyer: Probe 7 W. RIEGRAF): 1 + Fragmente; Baumberge 011 (alter Stbr. Meyer, Bohnenschicht): 12; Baumberge 008 (Stbr. Fark, Werkstein) 4 + zahlreiche Fragmente; Bosenberg 017 (Vorhelmer Schichten, leg W. RIEGRAF): 1 (alles coll. MÜLLER).

Bemerkungen: Eine ausführliche Beschreibung dieser Art erfolgt bei MÜLLER & SCHÖLLMANN (1989). Inzwischen liegt neues und besser erhaltenes Material vor. Damit können die Beschreibung und die Diskussion auf eine breitere Basis gestellt werden. Im oberen Campanium des Münsterlandes ist *Squalus vondermarcki* die häufigere Art, auf *Centrophoroides appendiculatus* lassen sich maximal 10% der Zähne beziehen. Wichtigstes Kriterium bei den an sich sehr ähnlichen Zähnen ist die Fusion der axialen Foramina zu einem Infundibulum bei *Squalus* und dessen Fehlen bei *Centrophoroides*. Hinzu kommen einige andere Merkmale, die aber nicht immer deutlich ausgeprägt sind. Bei den *Centrophoroides*-Zähnen besitzt der mesiale Schneiderand meist eine feine, aber deutliche Serrulation, die Spitze der Zahnkrone ist durch einen deutlichen Knick von diesem Teil des mesialen Schneiderandes abgesetzt und zeigt glatte Schneideränder. Zum zentralen Foramen hin ist die Basisfläche der Wurzel stärker konkav eingesenkt. Die Serrulation der Schneideränder bei den Squalus-Zähnen fehlt überwiegend ganz, selten ist sie sehr schwach ausgebildet. Kleine Unterschiede sind auch in der Lage der Basisfläche der Wurzel zu verzeichnen, die bei *C. appendiculatus* etwas weiter in linguale Richtung gedreht ist.

Die von HERMAN (1977: 132-134, Taf. 5 Fig. 6) als *Squalus* cf. *latidens* (DAVIS, 1887) bestimmten Zähne aus der Kreide von Obourg gehören zweifellos zu *S. vondermarcki*. Vom

gleichen Autor wurde eine Serie von Zähnen aus dem belgisch-niederländischen Campanium-Maastrichtium als *Centrosqualus appendiculatus* beschrieben, die mehrere Zahntypen enthält, von denen keiner zu *Centrosqualus* gehört. Diese Gattung ist unter anderem aufgrund der speziellen Zahnmorphologie auf die Art *C. primaevus* (PICTET) aus der libanesischen Oberkreide (Santonium) zu beschränken (CAPPETTA, 1980). Bei den Zähnen dieser Art sind die axialen Foramina generell getrennt. Das von HERMAN beschriebene Material enthält sowohl Zähne von *Squalus* (*S. vondermarcki*) und solche, die zu *Centrophoroides* zu stellen sind (*C. appendiculatus*). Die Trennung vor allem aufgrund der Ausbildung der axialen Foramina erscheint gerechtfertigt, da die Vascularisation nach LEDOUX (1970) das wesentlichste Merkmal bei Squalidae-Zähnen ist. Weitere Details, wie z. B. Ausbildung der Hauptspitze der Krone, sind stärker variabel, vor allem auch infolge eines mehr oder weniger ausgeprägten Sexualdimorphismus. Nach HERMAN (1977: 140) kann *Squalus* von *Centrosqualus* abgeleitet werden. Dagegen sind *Deania* und *Centrophorus* nicht direkt aus der Gattung *Centrosqualus* oder einer nahe verwandten Gattung (etwa *Protosqualus*) hervorgegangen. Wie die von DALINKEVICIUS (1935) beschriebenen Zähne zeigen, ist *Centrophorus* oder eine sehr nahe verwandte Gattung schon sehr früh nachweisbar und die Trennung der stärker abgeleiteten Squalidae von der *Squalus*-Gruppe im engeren Sinne muß schon sehr früh erfolgt sein.

Aus der Kreide (Campanium) der USA liegt bisher eine sichere Squalidae-Art vor: *Centrophoroides worlandensis* CASE, 1987. Die Zähne dieser Art zeigen im Bau der Zahnkrone mehr Beziehungen zu *Centrophoroides* als zu *Squalus*, die axialen Foramina sind jedoch generell zu einem Infundibulum fusioniert wie bei den Zähnen von *Squalus*. Auffällig bei den Zähnen dieser Art ist weiterhin die starke Ausbildung der laterointernen und lateroexternen Foramina. Die Zuordnung zum Genus *Centrophoroides* erscheint unsicher. Insgesamt sind nach Literaturübersicht aus der Oberkreide bis jetzt 6 Arten der Subfamilia Squalinae beschrieben worden, die als valide anzusehen sind:

1. *Centrophoroides latidens* DAVIS, 1887 – Ob. Santonium, Libanon.

2. *Centrophoroides appendiculatus* (AGASSIZ, 1843) – Campanium bis Maastrichtium von Europa.

3. *Centrophoroides worlandensis* CASE, 1987 – Campanium von Montana/USA.

4. *Centrosqualus primaevus* (PICTET, 1850) – Ob. Santonium, Libanon.

5. *Squalus vondermarcki* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989 – Campanium bis Maastrichtium von Westeuropa.

6. *Centrophorus balticus* (DALINKEVICIUS, 1935) – Turonium? von Litauen.

Genus *Deania* JORDAN & SNYDER, 1902

Typus-Art: *Deania elegantina* JORDAN & SNYDER, 1902

genus aff. ***Deania*** ? sp.
Taf. 2 Fig. 1 u. 2

v1989 Etmopterinae, gen. et sp. indet., – MÜLLER & SCHÖLLMANN: 14-15, Abb. 4 Nr. 1a-c, 2a-c.

Material: Ascheberg 002: 2 Zähne; Baumberge 011 (alter Stbr. Meyer, Bohnenschicht): 1.

Bemerkungen: Die bisher gefundenen wenigen Zähne reichen zur Diagnose nicht aus, vor allem liegt bis jetzt kein kompletter Unterkieferzahn vor. Von MÜLLER & SCHÖLLMANN (1989) wurden die Zähne mit Vorbehalt zu einem Vertreter der Subfamilia Etmopterinae gestellt. Nach Durchsicht aller erreichbarer Literatur und Abwägung aller denkbarer Argumente scheidet diese Möglichkeit jedoch aus. Dagegen spricht vor allem die Form der Unterkieferzähne, selbst wenn man davon ausgeht, daß die frühen Vertreter dieser Gruppe noch ein weniger differenziertes Gebiß besaßen als die tertiär-rezenten. Gegen Etmopterinae spricht die Ausbildung des breiten

labialen basalen Schmelzlobus, die geringe Entwicklung der lateralen Depressionen (geringe wechselseitige Überlagerung der Zähne im Kiefer) und die (bis jetzt nur lückenhaft zu beobachtenden) Details der Vascularisation. Größer sind die Ähnlichkeiten des abgebildeten Unterkieferzahnes mit posterolateralen bis posterioren Unterkieferzähnen der Gattungen *Centrophorus* MÜLLER & HENLE, 1837 und *Deania* JORDAN & SNYDER, 1902. Bei den Unterkieferzähnen von Vertretern beider Gattungen ist jedoch ein lingualer basaler Kronenfortsatz entwickelt. Die Zähne von *Centrophorus* sind nicht so stark linguo-labial komprimiert wie die von *Deania* und der fossile Zahn. Die axialen Foramina bei *Centrophorus*-Zähnen sind zu einem Infundibulum fusioniert, bei *Deania*-Zähnen nicht. Bei dem fossilen Zahn sind die Verhältnisse nicht mehr rekonstruierbar. Insgesamt ergeben sich die meisten Ähnlichkeiten wohl zu posterolateralen bis posterioren Unterkieferzähnen der Gattung *Deania*, so daß das fossile Material vorläufig mit Vorbehalt in die Nähe der rezenten Gattung gestellt wird. Erst neue und vollständigere Zahnfunde können Klarheit bringen über genaue systematische Stellung der Art. Ebenso ist auch zur Definition der Art besseres Material erforderlich, daher erfolgt die Beschreibung hier unter offener Nomenklatur. Die Subfamila Deaniinae COMPAGNO, 1973 wird von vielen Ichthyologen nicht von der Subfamilia Squalinae BONAPARTE, 1834 getrennt (CAPPETTA, 1987, COMPAGNO, 1984). Diese Zusammenlegung beider Unterfamilien wird hier übernommen.

Subfamilia Etmopterinae FOWLER, 1934
Eoetmopterus MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989
Typus-Art: *Eoetmopterus supracretaceus* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989

Eoetmopterus supracretaceus MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989
Taf. 2 Fig. 3-8, Taf. 3 Fig. 1

v1989 *Eoetmopterus supracretaceus* MÜLLER & SCHÖLLMANN: 11-14, Abb. 4 Nr. 3a-b, 4a-c, 5a-b, 6a-b, 7a-c; Abb. 5 Nr. 1a-c, ?2a-c, ?3a-c.

Material: Billerbeck 001: 18 Zähne; Ascheberg 002: 4; Baumberge 007 (leg. W. RIEGRAF): 2 (alles coll. MÜLLER).

Beschreibung: Durch weitere Zahnfunde kann die Beschreibung der Zahnfolge in den Kiefern dieser Art noch präzisiert werden. Die Unterkieferzähne zeigen eine typisch squaloide Zahn- krone. Isolierte Zahnkronen ohne Wurzel sind nicht immer leicht von solchen von *Centroscymnus praecursor* zu unterscheiden. Vollständige Zähne sind jedoch durch den Verlauf der Grenze Krone-Wurzel sowie die Vascularisation der Wurzel zu unterscheiden. Der Schmelz der Krone bildet keinen labio-basalen Schmelzlobus, sondern endet in einem flachen Bogen über der Labialfläche der Wurzel. Im Randbereich der labialen Kronenbasis wird die Schmelzschicht dabei sehr dünn, schon bei geringer Korrosion verwischen sich hier die Grenzen zwischen Krone und Wurzel. An der Grenze Krone-Wurzel liegen auf der Labialseite einige lateroexterne Foramina. Lingual verläuft die Trennungslinie Krone-Wurzel annähernd horizontal.

Die Lingualfläche der Wurzel ist auf einen sehr schmalen Streifen unter der Krone beschränkt, sie wird von einem deutlichen lingualen Querwulst von der umfangreichen Basisfläche getrennt. Auf der Lingualfläche befindet sich ein mediointernes Foramen, in der Regel begleitet von einem Paar laterointerner Foramina. Das mesiale davon ist sehr viel schwächer entwickelt als das distale und ist nicht bei allen Zähnen zu erkennen. Der größte Teil der Lingualseite der Wurzel wird von der weit nach lingual gedrehten und nach oben verschobenen Basisfläche eingenommen. Sie liegt fast parallel zur Lingualfläche und besitzt einen mehr oder weniger (abhängig von der Position im Kiefer!) schief rechteckigen Umriß. Auf der Oberfläche bildet der offene medioexterne Teil des Zentralkanals eine vertikale Furche, an deren Top das zentrale Foramen liegt. Die Furche kann im Einzelfall teilweise überdeckt sein und so partiell zum geschlossenen Kanal werden.

Lateroexterne und laterointerne Depression sind relativ gering entwickelt und reichen kaum unter das Niveau des lingualen Querwulstes der Wurzelinnenseite. Daraus kann auf eine nur geringe gegenseitige Überlagerung der Zähne des Unterkiefers geschlossen werden. Die

verschieden stark ausgeprägte distale Neigung der Kronenspitzen ergibt sich aus der Position im Kiefer, wird aber auch teilweise auf Sexualdimorphismus zurückzuführen sein. Besonders auffällig ist dabei der in Taf. 2 Fig. 4 abgebildete Zahn mit der deutlich aufgerichteten Spitze. Er erinnert in seiner Morphologie etwas an gewisse Echinorhinidae-Zähne.

Die Oberkieferzähne des sehr stark dignath heterodonten Gebisses besitzen eine gut entwickelte Hauptspitze sowie ein bis zwei Paar Nebenspitzen. Während die anterioren Zähne relativ schlank und hoch sind und nur ein Paar Nebenspitzen aufweisen, werden die Zähne in distaler Richtung immer niedriger und breiter. Gleichzeitig erfolgt eine Verdoppelung der Nebenspitzen. Die Kronen der Oberkieferzähne stehen auf relativ hohen Wurzelplatten, welche basal nur wenig eingeschnitten sind. Die Separation der beiden Wurzelloben ist nur undeutlich entwickelt, am besten noch bei den anterolateralen Zähnen. Auf der Labialseite läuft der Schmelz der Krone in einigen irregulären kurzen Loben auf der Labialfläche der Wurzel aus. In den zwischen diese Schmelzloben eingreifenden Buchten liegen in der Regel 3-4 lateroexterne Foramina. Die Lingualseite der Wurzel wird von der weit nach innen gedrehten Basisfläche beherrscht, die Lingualfläche ist auf einen extrem schmalen Streifen unter der Kronenbasis reduziert. In einer Depression in der Mitte der Lingualfläche liegt das relativ große mediointerne Foramen. Das zenrale Foramen befindet sich auf der Basisfläche am Top des zu einer scharfen Furche geöffneten medioexternen Kanals, welche am Unterrand der Wurzel zu einem meist deutlichen Einschnitt führt. Laterointerne Foramina konnten in keinem Fall beobachtet werden.

Bemerkungen: Aufgrund der Morphologie der Zähne des Oberkiefers wurde die fossile Gattung und Art von MÜLLER & SCHÖLLMANN (1989) zur Subfamilie Etmopterinae gestellt. Daran ist auch weiterhin festzuhalten. Zu den Zähnen der rezenten Gattung *Etmopterus* bestehen einige grundsätzliche Differenzen, die vor allem die Unterkieferzähne betreffen: Die lateralen Depressionen sind bei den Zähnen rezenter Arten (zum Beispiel *Etmopterus spinax*, Abb. 18 B) deutlich stärker ausgebildet und reichen fast bis zur Unterkante der Wurzel. Ursache ist der wesentlich bedeutendere Grad der wechselseitigen Überlagerung der Zähne. Das zentrale Foramen rückt teilweise von der Basisfläche auf die Labialfläche und wird zum medioexternen Foramen. Die Oberkieferzähne sind morphologisch stärker übereinstimmend, bei den rezenten Etmopterinae ist die Separation der Wurzeläste jedoch wesentlich weiter fortgeschritten, die Nebenspitzen im Verhältnis zur Hauptspitze viel stärker entwickelt. Zähne des modernen *Etmoperus*-Typus (Gattung *Etmopterus*) sind fossil ab Miozän bekannt (CAPPETTA, 1987). Zwischen den campanen Vorkommen dieser Gruppe und den tertiär-rezenten Vertretern der Gattung *Etmopterus* klafft also vorläufig noch eine große Zeitlücke. Es ist denkbar, daß in dieser Zeit die Entwicklung von einem „Archaetypus" hin zu den modernen Formen mit ihrer weiter differenzierten Zahnmorphologie ablief. Angesichts der großen Nachweislücken muß man jedoch bei solchen Vermutungen Vorsicht walten lassen, weitere fossile Nachweise können auch zu einem anderen Bild führen.

Ein Teil der von MÜLLER & SCHÖLLMANN (1989) zu *Eoetmopterus supracretaceus* gestellten Oberkieferzähne gehört nach Beobachtungen an neuem und reichhaltigerem Material vielleicht nicht zu dieser Art. Sie unterscheiden sich in der Gestaltung der Krone und in der Vascularisation doch deutlich und konstant von diesen und müssen vielleicht einem anderen Taxon zugerechnet werden (Zähne abgebildet in Taf. 3, Fig. 2-3). Die Zahnkrone ist massiver, die Hauptspitze und die Nebenspitzen besitzen eine gedrungenere, breit dreieckige Form. Labial läuft die Kronenbasis in einem breiten, kurzen und gerundeten Lobus auf der Labialfläche der Wurzel aus. Zu beiden Seiten dieses basalen labialen Schmelzfortsatzes liegt je ein relativ großes lateroexternes Foramen. Wenn diese Zähne tatsächlich einer anderen Art zugehören, so fehlen bis jetzt die dazu passenden Unterkieferzähne. Denkbar ist allerdings auch, daß es sich um eine Art handeln könnte mit nur geringer dignather Heterodontie, ähnlich wie bei der rezenten Gattung *Centroscyllium* MÜLLER & HENLE, 1841 (siehe Abb. 19). Da vorläufig kein geeignetes rezentes Vergleichsmaterial der Gattung *Centroscyllium* zur Verfügung steht und die Abbildungen von Zähnen in der Literatur (z. B. BIGELOW & SCHROEDER, 1948) zu stark schematisiert sind für einen differenzierteren Vergleich, muß diese Frage vorerst noch offen bleiben. Von HERMAN (1977) wurde ein Oberkieferzahn aus dem Maastrichtium von Hemmoor als *Etmopterus schmidi* beschrieben. Er weicht sowohl im Bau der Zahnkrone als auch der Vascularisation (starke Entwicklung einer größeren Anzahl lateroexterner Foramina) deutlich von den hier beschriebenen Zähnen und auch den Zähnen tertiär-rezenter *Etmopterus*-Arten ab. Zu *Etmopterus* ist er nicht zu stellen und repräsentiert vermutlich eine weitere fossile Gattung. Die Unterkieferzähne dazu sind nicht bekannt.

Subfamilia Somniosinae JORDAN, 1888
Centroscymnus BOCAGE & CAPELLO, 1864
(*Centrophorus* GÜNTHER, 1870 – non *Centrophorus* MÜLLER & HENLE, 1837)
Typus-Art: *Centroscymnus coelolepis* BOCAGE & CAPELLO, 1864.

Centroscymnus praecursor MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989
Taf. 5 Fig. 1-14

v*1989 *Centroscymnus praecursor* MÜLLER & SCHÖLLMANN: 15-21, Abb. 5 Nr. 6a-b-8a-b, Abb. 6 Nr. 1a-b-8a-b.

Material: Billerbeck 001: über 200 Zähne, Gievenbeck 019 (leg. W. RIEGRAF): 14; Ascheberg 002: 2; Baumberge 010 (neuer Stbr. Meyer, Probe, RIEGRAF 6, Hangende Mergel): 1; Baumberge 008 (Stbr. Fark, Werkstein): 6 + Fragmente; zahlreiche Zähne aus den Beckumer Schichten der Brüche Bosenberg, Anneliese Werk II und Germania (vorwiegend Klipperbank und Deelbank); alles coll. MÜLLER.

Bemerkungen: Eine ausführliche Beschreibung findet sich bei MÜLLER & SCHÖLLMANN (1989). Inzwischen liegt gerade von dieser Art ein sehr umfangreiches Material vor, welches die Rekonstruktion der Zahnfolge in beiden Kiefern erlaubt. Die Zahnfolge des Unterkiefers beginnt in der Symphysenregion mit einem Paar speziell geformter Zähne. Hier zeigen die Kronen mesial einen deutlich ausgebildeten basalen Absatz, der bei den übrigen Zähnen nicht vorkommt. Die anterioren Zähne besitzen eine deutlich aufgerichtete Spitze, die Wurzeln sind relativ hoch und gerade. Bei den anterioren Zähnen sind regelmäßig drei lateroexterne Foramina festzustellen, während bei den lateralen und posterioren Zähnen generell nur zwei lateroexterne Foramina zu finden sind. Generell nimmt die Höhe der Wurzeln von den anterioren zu den posterioren Zähnen kontinuierlich ab, die Zähne werden im Verhältnis zur Höhe immer breiter. Gleichzeitig nimmt die Neigung der Kronenspitze in distaler Richtung zu, bei den posterolateralen Zähnen liegt der mesiale Schneiderand dann annähernd horizontal. Die Unterkieferreihe schließt mit einem typisch ausgebildeten Zahn (Taf. 5 Fig. 8) ab. Im Verhältnis zu den rezenten Arten wirkt die Ausgestaltung der Zähne des Unterkiefers schon sehr modern und berechtigt die Einordnung der fossilen Art in diese Gattung.

Die Zahnreihe des Oberkiefers beginnt anterior mit relativ hohen, schlanken und geraden Zahnkronen. In Richtung Komissur nimmt die Höhe der Kronen kontinuierlich ab, gleichzeitig bekommen die Hauptspitzen eine zunehmend deutlichere Neigung in distaler Richtung. Die posterioren Zähne schließlich besitzen eine niedrige, breite und schief dreieckige Krone. Auch hier liegen die Verhältnisse analog den bei den rezenten Arten anzutreffenden. Etwas abweichend ist hingegen der Bau der Wurzeln. Diese bilden bei der fossilen Art bei den anterioren und anterolateralen Zähnen hohe, etwa rechteckige Wurzelplatten. Die Wurzeln der Oberkieferzähne der rezenten Arten sind nicht so massiv und plump, teilweise sind die beiden Wurzelhälften der anterioren bis anterolateralen Zähne entlang des offenen medioexternen Kanals deutlicher getrennt (siehe u. a. LEDOUX, 1970). Der Prozeß der Separation der beiden Wurzelhälften scheint beim rezenten *Centroscymnus coelolepis* BOCAGE & CAPELLO, 1864 am weitesten fortgeschritten zu sein, am geringsten bei *Centroscymnus crepidater* BOCAGE & CAPELLO, 1864. Die Zähne von *Centroscymnus cryptacanthus* REGAN, 1906 nehmen in mancher Hinsicht eine Zwischenstellung zwischen den beiden anderen Arten ein. Kleine Differenzen in der Breite und Neigung der Kronenspitzen der Zähne innerhalb einer Art sind auf Sexualdimorphismus zurückzuführen (LEDOUX, 1970).

Cretascymnus CAPPETTA, 1980
Typus-Art: *Centrophorus adonis* SIGNEUX, 1950.

Cretascymnus westfalicus MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989
Taf. 3 Fig. 7-13, Taf. 4 Fig. 1-9

v*1989 *Cretascymnus westfalicus* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989: 21-27, Abb. 7 Nr. 1a-b, 2, 3a-b, 4, 5, 6a-b, 7a-b, Abb. 8 Nr. 1a-c, 2a-c, 3a-c, 4a-c, 5a-b.

Material: Diese häufigste Art von Selachiern im höheren Campanium des Münsterlandes ist von zahlreichen Fundpunkten belegt, insgesamt über 500 Zähne. Wichtigste Fundpunkte: Ascheberg 002: 24 Zähne + zahlreiche Fragmente; Billerbeck 001: mehr als 100; Baumberge 011 (alter Stbr. Meyer, Bohnenschicht): über 50; Baumberge 008 (Bruch Fark, Werkstein): 24 + Fragmente; mehrere 100 Zähne aus den Beckumer und Vorhelmer Schichten der Brüche Bosenberg, Anneliese Werk II und Germania (vor allem Deelbank und Klipperbank); alles coll. MÜLLER.

Bemerkungen: Auch diese Art ist bei MÜLLER & SCHÖLLMANN (1989) ausführlich beschrieben worden. Weitere Zahnfunde ermöglichen ebenfalls eine Rekonstruktion der gesamten Gebißstruktur. Die Unterkieferreihe beginnt in der Symphysenregion, ähnlich wie bei *Centroscymnus*, mit einem Paar speziell gestalteter Parasymphysenzähne (Taf. 4 Fig. 9). Daran schließen sich einige Familien hoher anteriorer und anterolateraler Zähne an. In distaler Richtung werden die Zähne breiter und niedriger, die Neigung der Kronenspitze in distaler Richtung nimmt zu. Bei den posterolateralen Zähnen verläuft der mesiale Schneiderand annähernd horizontal. Die Zahnreihe des Unterkiefers schließt an der Komissur mit einem speziell ausgebildeten letzten Zahn ab (Taf. 4 Fig. 5). Dieser ist niedriger und breiter als der Zahn gleicher Position bei *Centroscymnus praecursor*. Die anterioren Zähne besitzen drei lateroexterne Foramina, die lateralen und posterioren nur zwei. Lingual sind die Verhältnisse bei allen Zähnen gleich: das mediointerne Foramen wird von einem Paar laterointerner Foramina begleitet, von denen das mesiale meist deutlich größer ist als das distale.

Die Zahnreihe des Oberkiefers beginnt in der Symphysenregion mit relativ kleinen, geraden und schlanken, dabei massiven Zähnen. Die Krone zeigt eine etwas pfriemförmig abgesetzte Spitze und steht auf einer schmalen, hochrhombischen Wurzelplatte. Die anterioren Zähne sind deutlich größer als die Parasymphysenzähne, immer noch sehr schlank und hoch, aber schon leicht in distaler Richtung gebogen. Die Wurzelplatte ist bereits etwas breiter. In Richtung Komissur werden die folgenden Zähne nun immer niedriger und breiter, die Krone nimmt eine dreieckige Form an. Dabei verstärkt sich auch die Biegung der Zahnkronen in distaler Richtung. So nehmen die posterioren Zähne eine von den anterioren stark abweichende Gestalt an.

Die Zähne von *Cretascymnus adonis* (SIGNEUX, 1950) aus dem Santonium von Sahel Alma (Libanon) unterscheiden sich durch einige konstante Merkmale der Vascularisation und der Zahnmorphologie (siehe MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989) von vorliegender Art.

Somniosinae, gen. indet., sp. 1
Taf. 3 Fig. 5 u. 6

Material: Billerbeck 001: 1 Zahn; Baumberge 008 (Bruch Fark, Werkstein): 1; alles coll. MÜLLER.

Im Material von Billerbeck und aus den Baumbergen (Bruch Fark) sind zwei Zähne vorhanden, die oberflächlich einige Ähnlichkeit mit den Oberkieferzähnen von *Centroscymnus praecursor* haben, sich aber in einigen Punkten von diesen unterscheiden. Der in Taf. 3 Fig. 5 abgebildete Zahn zeigt noch die größte Ähnlichkeit mit den entsprechenden *Centroscymnus*-Zähnen, die Krone bildet aber basal, distal von der Hauptspitze, einen deutlichen Absatz. Vermutlich handelt es sich um einen etwas außerhalb der normalen Variationsbreite liegenden Zahn von *Centroscymnus praecursor*, er könnte jedoch auch zu einem anderen Taxon gehören.

Der zweite Zahn (Taf. 3 Fig. 6) weicht noch stärker von den *Centroscymnus*-Oberkieferzähnen ab. Die Krone zeigt eine weit in distale Richtung umgebogene Hauptspitze, deren mesialer Schneiderand annähernd horizontal liegt. Auf der Labialseite verläuft die Kronenbasis (Grenze Krone-Labialfläche der Wurzel) etwas unregelmäßig-wellig, ohne Bildung eines deutlichen Schmelzlobus. Direkt unter der Kronenbasis befinden sich drei relativ große lateroexterne Foramina, eines davon weit in mesiale Richtung an den Vorderrand der Labialfläche, weit nach oben unter die Kronenbasis, gerückt. Die Lingualseite der Wurzel ist ähnlich wie die der *Centroscymnus*-Oberkieferzähne gestaltet.Dieser Zahn kann weder zu *Centroscymnus* noch zu *Cretascymnus* gestellt werden, die Bestimmung muß vorläufig offen bleiben.

Somniosinae, gen. indet., sp. 2
Taf. 3 Fig. 4

1982 Scymnorhinidae indet.- HERMAN: 139, Taf. 1 Fig. 5, Taf. 3 Fig. 7 (im Text irrtümlich als indet. 4 bezeichnet!)
.v1989 Somniosinae?, gen. et sp. indet., – MÜLLER & SCHÖLLMANN: 27-28, Abb. 5 Nr. 4a-b.

Material: Billerbeck 001: 1 Zahn, coll. MÜLLER.

Bemerkungen: Zu dem von MÜLLER & SCHÖLLMANN (1989) beschriebenen Zahn ist bisher kein weiteres Material hinzugekommen. Dieser Zahn paßt zu keinem anderen der hier beschriebenen Taxa und gehört einer weiteren, vorläufig noch nicht bestimmbaren Art. Es fällt auch schwer, diesen Zahntyp mit irgendeiner rezenten Gattung in Beziehung zu bringen. Es handelt sich um einen Oberkieferzahn einer offenbar ausschließlich fossilen Gattung. Gewisse Ähnlichkeiten im Bau der Wurzel (gleichmäßig rechteckiger Umriß) lassen sich zu Oberkieferzähnen des rezenten *Scymnodalatias* erkennen (siehe Abb. 24), doch sind hier die Kronen der Zähne viel schlanker und höher. Der Beschreibung und Abbildung bei GARRICK (1956); sind auch nicht alle erforderlichen Einzelheiten der Vascularisation zu entnehmen und anderes rezentes Material steht im Moment nicht zum Vergleich zur Verfügung. Zur sicheren Diagnose ist mehr Material erforderlich, vor allem Unterkieferzähne. Ein ähnlicher Zahntyp wurde von HERMAN (1982) aus dem Maastrichtium von Hemmoor beschrieben. Bei diesem ist die Furche des medioexternen Kanals auf der Basalfläche etwas schwächer ausgebildet. Sicher handelt es sich um einen Zahn der gleichen Art.

4.2.5. Familie **Squatinidae** BONAPARTE, 1838

Squatina DUMERIL, 1806
(*Rhina* WALBAUM, 1792; *Thaumas* MÜNSTER, 1842; *Rhina* RAFINESQUE, 1810; *Squaloraja* DE LA PYLAIE, 1835; *Scaldia* LE HON, 1871; *Trigonodus* WINKLER, 1874 [partim] *Pseudorhina* JAEKEL, 1898)
Typus-Art: *Squalus squatina* LINNAEUS, 1758.

Squatina baumbergensis VON DER MARCK, 1885
Taf. 6 Fig. 5, Taf. 7 Fig. 1

v*1885 *Squatina Baumbergensis* VON DER MARCK, 264, Taf. 25 Fig. 1.
v 1901 *Squatina baumbergensis*, – WOODWARD: 68.
v 1954 *Rhina baumbergensis*,– SIEGFRIED: 8, Taf. 1 Fig. 2

Material: Exemplar Nr. 8553 /Museum des Geol.-Paläontol. Inst. der Universität Münster, Holotypus zur Originalbeschreibung von VON DER MARCK. An isolierten Zahnfunden (Neufunde), die zu dieser Art gestellt werden können, liegen folgende vor: Billerbeck 001: 3 Zähne und einige Zahnfragmente; Buldern 003: 3 Zähne.

Beschreibung: Im Holotypus ist vom Gebiß nicht mehr viel erhalten, lediglich ein lateraler Zahn ist von der Labialseite zu erkennen, von einem weiteren Zahn ist noch die Labialseite der Wurzel vorhanden. Einzelheiten der Wurzel sind bei keinem der sichtbaren Zähne zu diagnostizieren. Möglicherweise sind weitere Zähne noch durch Sediment überdeckt. Klarheit kann nur eine Neupräparation des Holotypus schaffen.

Die Labialseite des kompletten Zahnes zeigt eine relativ breite und flache Hauptspitze, die basal in einem breiten, niedrigen labio-basalen Schmelzfortsatz ausläuft. Die Basisfläche der Wurzel verläuft annähernd horizontal und ist nicht aufgewölbt, wie dies bei manchen *Squatina*-Arten der Fall ist. Mehr ist ohne eine Neupräparation nicht zu erkennen.

Die isoliert gefundenen, zu dieser Art gestellten Zähne zeigen den gleichen Bau der Hauptspitze wie der Zahn vom Holotypus: relativ breite und gleichmäßig dreieckige, flache Hauptspitze und niedriger, breit gerundeter labio-basaler Kronenfortsatz. Die Wurzelplatte steht

fast rechtwinklig zur Hauptspitze und besitzt eine kräftige mediointerne Expansion. Darauf, etwas zur Basisfläche verschoben, liegt das mediointerne Foramen. Bei den anterolateralen Zähnen sind noch verschwommene Umrisse von zwei V-förmig in labialer Richtung divergierenden Loben zu erkennen. In der Depression zwischen den Loben liegt das zentrale Foramen. Lingual sind zu beiden Seiten der mediointernen Expansion je ein bis zwei, machmal auch drei laterointerne Foramia vorhanden. Lateroexterne Foramina sind bei keinem Zahn sicher nachzuweisen.

Bemerkungen: Die Zähne von *Squatina baumbergensis* ähneln in der Kronenform sehr stark denen von *S. decipiens* DALINKEVICIUS, 1935 aus der litauischen Oberkreide, auch aus dem Vaalser Grünsand (ALBERS & WEILER, 1964: als *S. hassei* LERICHE beschrieben) und dem belgischen Campanium (HERMAN, 1977) bekannt. Vermutlich sind beide Arten synonym. Das Material ist jedoch im Moment nicht ausreichend für eine gut begründete Synonymisierung, weshalb die entsprechenden Zitate nicht in die Synonymieliste aufgenommen wurden. Die Zähne der Oberkreide-Arten *S. cranei* WOODWARD, 1888 und *S. hassei* LERICHE, 1929 unterscheiden sich von vorliegenden Zähnen durch einen schmaleren, deutlicher abgesetzten labio-basalen Kronenfortsatz. Bei *S. hassei* sind auch die Hauptspitzen durchschnittlich etwas schlanker und die Wurzelplatte expandiert nicht so weit in lingualer Richtung. *S. mülleri* REUSS, 1846 aus der tieferen Oberkreide unterscheidet sich von allen hier diskutierten Arten durch eine deutlich abweichende Zahnmorphologie.

Squatina sp.
Taf. 6 Fig. 4

Material: Bosenberg 017 (Deelbank): 1 Zahn (coll. MÜLLER, leg. W. RIEGRAF).

Beschreibung: Der einzige vorliegende Zahn besitzt eine deutlich schlankere Hauptspitze als die Zähne von S. baumbergensis, mit einer stärker aufgewölbten Wurzelplatte. Allerdings ist wegen Korrosion die Form des labio-basalen Kronenfortsatzes nicht mehr beurteilbar.

Bemerkungen: Der Kronenform nach könnte es sich um einen Zahn von *Squatina hassei* handeln. Das Fehlen wichtiger diagnostischer Details (labio-basaler Kronenfortsatz) verhindert jedoch eine eindeutige Bestimmung. Zu *S. baumbergensis* ist der Zahn nicht zu stellen.

4.2.6. Familie **Heterodontidae** GRAY, 1851

Heterodontus BLAINVILLE, 1816
(*Cestracion* CUVIER, 1817; *Gomphodus* REUSS, 1846 [partim]; *Gyropleurodus* GILL, 1862; *Drepanephorus* EGERTON, 1872; *Paracestracion* KOKEN, 1907; *Bidentia* MUSPER, 1920; *Pseudoacrodus* AMEGHINO, 1906; *Platyacrodus* AMEGHINO, 1906; *Bidentulus* WHITE & MOY-THOMAS, 1940)
Typus-Art: *Squalus philippi* SCHNEIDER, 1801.

Heterodontus lonzeensis HERMAN, 1977
Taf. 6 Fig. **1**

1947 *Heterodontus* sp.- CASIER: 5, Fig. 2b, Taf. 1 Fig. 3.
1964 *Heterodontus rugosus*,– ALBERS & WEILER: 6-7, Fig. 6, 7a-7b.
*1977 *Heterodontus lonzeensis* HERMAN: 87-88, Taf. 3 Fig. 3.

Material: Buldern 003: 4 Zähne + Fragmente, coll. MÜLLER:

Beschreibung: Aus den Osterwicker Schichten von Buldern liegen einige *Heterodontus*-Zähne vor, die zu *H. lonzeensis* HERMAN, 1977 gestellt werden. Es fanden sich sowohl die lateralen Pflasterzähne als auch die davon abweichend gestalteten anterioren Zähne.

Der besterhaltene Zahn, ein Lateralzahn des mittleren Kieferabschnittes, ist in Taf. 6 Fig. 1 dargestellt. Kennzeichnend ist ein kräftiger, etwa median verlaufender Mesodistalgrat, der zentral in seinem höchsten Bereich eine Abnutzungsfläche zeigt. Vom Mesodistalgrat fällt die Labialfläche schräg nach vorn ab. Sie trägt eine Skulptur von recht stark entwickelten, etwas irregulären Schmelzfalten, die sich vor allem am labialen Kronenrand häufig noch verzweigen. Die Skulptur der Lingualfläche ist ähnlich, doch sind hier die Furchen teilweise in eine Reihe von länglichen Gruben aufgelöst. Die Wurzel ist bei allen Zähnen korrodiert.

Ein anteriorer Zahn ist ebenfalls vorhanden. Er zeigt eine breit dreieckige Krone mit einem Paar gedrungener, eng mit der Hauptspitze verschmolzener Nebenspitzen. Die Labialfläche ist gewölbt, die Lingualfläche fällt steil zur Kronenbasis ab. Eine Skulptur der Labialfläche ist kaum zu erkennen, sie beschränkt sich auf einige undeutliche, verschwommene Streifen auf der Kronenbasis. Die Verhältnisse sind damit den von ALBERS & WEILER (1964) beschriebenen Zähnen aus dem Unteren Campanium von Aachen (Vaalser Grünsand) vergleichbar. Die anterioren Zähne der etwas älteren belgischen Vorkommen zeigen eine stärkere Skulptur.

Heterodontus cf. havreensis HERMAN, 1977
Taf. 6 Fig. 2a-d

(*1977 *Heterodontus havreensis* HERMAN: 89, Taf. 3 Fig. 4).

Material: Billerbeck 001: 7 Zähne, Baumberge 010 (neuer Bruch Meyer, Probe RIEGRAF 7, Hangende Mergel): 3; Baumberge 011 (alter Bruch Meyer, Bohnenschicht): 1; alles coll. MÜLLER.

Beschreibung: Im Material von Billerbeck (basaler Billerbecker Grünsandstein) kommen Zähne einer kleineren Heterodontus-Art vor, die in Fragmenten auch in den Hangenden Mergeln der Baumberge gefunden wurde. Der besterhaltene Zahn ist der in Taf. 6 Fig. 2 abgebildete anterolaterale Zahn.

Die Krone dieses Zahnes ist relativ niedrig und kaum gewölbt. Sie wird von einem deutlichen, aber nicht sehr markant herausgehobenen Mesodistalgrat überquert, der etwas in labialer Richtung durchgebogen ist. Die Skulptur reicht bis auf den Mesodistalgrat, sie besteht aus einem Muster von polygonalen Leisten und Gruben unterschiedlicher Größe. Auf der Lingualseite, in Richtung des lingualen Kronenrandes, wird die Skulptur feiner und löst sich in kleinen, rundlichen Gruben auf. Dieser Streifen mit den relativ kleinen Gruben ist bei allen Lateralzähnen ausgeprägt.

Die Wurzel ist labio-lingual nicht so ausgedehnt wie die Krone, letztere steht auf beiden Seiten deutlich über. Auf der flachen Basisfläche erkennt man unregelmäßig verteilte feine Foramina, am dichtesten sind sie in der Nähe des mesialen und des distalen Randes. Die Labialfläche der Wurzel zeigt zahlreiche Foramina, welche am Grunde von länglichen Depressionen liegen. Lingual ist ebenfalls eine Reihe von Foramina vorhanden, sie sind etwas größer als labial und weniger zahlreich.

Ein sehr kleiner Zahn mit einer schlanken Hauptspitze und einem Paar gut entwickelter Nebenspitzen (Taf. 6 Fig. 3) könnte ein anteriorer Zahn eines frühjuvenilen Exemplares darstellen. Sicher läßt sich das nicht feststellen, da die Krone inkomplett ist und die Wurzel ganz fehlt. Es könnte sich auch um einen anterioren Zahn von *Mesiteia* (Orectolobiformes) handeln.

Bemerkungen: Die vorliegenden Zähne sind der von HERMAN (1977) beschriebenen Art *H. havreensis* sehr ähnlich und dürften zu dieser Art gehören. Leider ist die Beschreibung bei HERMAN nicht sehr detailliert und die Abbildungen nicht ausreichend für einen sicheren Vergleich. Daher wird die Bestimmung vorläufig nur mit Vorbehalt vorgenommen.

4.2.7. Familie **Hemiscylliidae** GILL, 1862

Hemiscyllium SMITH, 1837
Typus-Art: *Squalus ocellatus* BONATERRE, 1788

Hemiscyllium hermani nov. sp.
Taf. 7 Fig. 2-7

v1982 *Hemiscyllium* sp.,- HERMAN: 141, Taf. 2 Fig. 4.

Holotypus: Exemplar Nr. 001/14, Taf. 7 Fig.2a-e.
Paratypen: Exemplare Nr. 001/15, 001/16, 001/17, 001/27 u. 001/28; Taf. 7 Fig. 3-7
Locus typicus: Billerbeck, Privatgrundstück am Südberge.
Stratum typicum: Baumberger Schichten, basaler Billerbecker Grünsandstein. Oberes Campanium, *Bostrychoceras polyplocum* – Zone.
Derivatio nominis: Nach Herrn Dr. J. HERMAN (Brüssel), der Zähne dieser Art zuerst im Maastrichtium von Hemmoor nachwies.

Material: Billerbeck 001: 16 Zähne (meist unvollständig); Ascheberg 002: 1; Gievenbeck 018 (leg. W. RIEGRAF): 2; Anneliese Werk II (Klipperbank): 1; alles coll. MÜLLER.

Diagnose: Eine sehr kleine Art der Gattung *Hemiscyllium* mit Zähnen meist unter 1mm Breite. Die Zähne besitzen einen etwa trapezförmigen Zahnkronenrumpf, mit deutlich konkav eingebogenem labialen Kronenrand, welcher zugleich einen starken Überhang über der Wurzel bildet. Bei den anterioren und anterolateralen Zähnen ist der Mesodistalgrat zu einer kräftigen, vom Kronenrumpf gut abgesetzten Spitze ausgezogen. In Richtung Komissur wird diese Spitze immer niedriger und verschmilzt mit dem Kronenrumpf.

Die Labialfläche der Krone ist schwach konvex gewölbt bis fast eben, die Lingualseite stärker konvex gewölbt. Anteriore Zähne fast genau bilateral-symmetrisch, die lateralen Zähne bekommen in Richtung Komissur eine zunehmend asymmetrische Form.

Die Wurzeln sind relativ hoch und generell schmaler als die Kronen. Sie zeigen eine deutliche Teilung in zwei V-förmige Loben, welche in labialer Richtung divergieren. Lingual bildet die Wurzel eine kräftige mediointerne Expansion, lateral flankiert von zwei starken Depressionen, in denen die beiden laterointernen Foramina liegen. Am gerundeten Übergang von der Lingualseite der Wurzel zur annähernd ebenen Basalfläche, am Top der mediointernen Expansion, liegt ein gut ausgeprägtes mediointernes Foramen. In der Vertiefung im Winkel zwischen den beiden Wurzelloben auf der Basisfläche befindet sich ein relativ kleines zentrales Foramen.

Beschreibung: Als Holotypus wurde ein anteriorer oder anterolateraler Zahn ausgewählt (Nr. 001/14; Taf. 7 Fig. 2a-e). Die Krone des Zahnes besitzt einen gerundet trapezförmigen Umriß. Der labiale Kronenüberhang ist deutlich konkav eingebuchtet. Der Mesodistalgrat bildet median eine kräftige Spitze, welche von beiden Seiten des Mesodistalgrates gut abgesetzt ist. In Lateralansicht ist gut zu erkennen, daß die Labialfläche eine nahezu ebene Oberfläche bildet. Sie bleibt völlig glatt und schließt mit der (verlängerten) Basisfläche einen Winkel von etwa 45 Grad ein. Die stärker gewölbte Lingualseite der Krone fällt steil zur Wurzel ab. Sie ist über den lateralen Depressionen der Lingualseite der Wurzel eingezogen und läuft auf der mediointernen Expansion der Wurzel in einem gut entwickelten lingualen Schmelzlobus aus.

Die Wurzel selbst ist relativ hoch, deutlich schmaler als die Krone und weist eine nahezu völlig ebene Basis auf. Die beiden gerundeten Wurzelloben sind V-förmig in labialer Richtung geöffnet, im vertieften Winkel zwischen den beiden Loben liegt ein relativ kleines zentrales Foramen. Lingual bildet die Wurzel eine kräftige mediointerne Expansion, hier liegt am Übergang zwischen Lingual- und Basisfläche das mediointerne Foramen. Flankiert wird die mediointerne Expansion auf jeder Seite von je einer lateralen Depression, in denen das Paar lateroinnerer Foramina liegt. Lateroexterne Foramina wurden nicht beobachtet.

Die übrigen vorhandenen Zähne entsprechen diesem Grundmuster, variieren jedoch, je nach Kieferstellung, in einigen Aspekten deutlich. Generell nimmt die Kronenhöhe von der Symphyse in Richtung Komissur deutlich ab, vor allem die deutlich ausgezogene Spitze bei den anterioren

bis anterolateralen Zähnen wird in Richtung Komissur immer stärker abgebaut. Gleichzeitig werden die Zähne stärker asymmetrisch. Aus dem zur Verfügung stehenden Zahnmaterial läßt sich das Gebiß in etwa der in Abb. 7 dargestellten, stark schematisierten Weise rekonstruieren. Hierzu muß jedoch betont werden, daß sich die genaue Zahl der Zahnreihen pro Kiefer natürlich nicht ermitteln läßt. Ebenso lassen sich möglicherweise durch Sexualdimorphismus verursachte Differenzen nicht sicher nachweisen. Die Rekonstruktion kann daher nur ein annäherndes Bild liefern. Im Bereich der Symphysen lagen offensichtlich die etwas schmaleren, kleineren und völlig bilateral-symmetrischen Zähne (Parasymphysenzähne), wie in Taf. 7 Fig. 5 abgebildet.

Differentialdiagnose: Die Zahnkronen entsprechen in ihrem Bau sehr gut denen der rezenten Art *Hemiscyllium ocellatum* (BONATERRE, 1788), unterscheiden sich jedoch in einigen Aspekten des Baues der Wurzel von diesen. Bei der rezenten Art ist das zentrale Foramen viel stärker ausgebildet und vergrößert, auch die laterointernen Foramina sind stärker vergrößert.

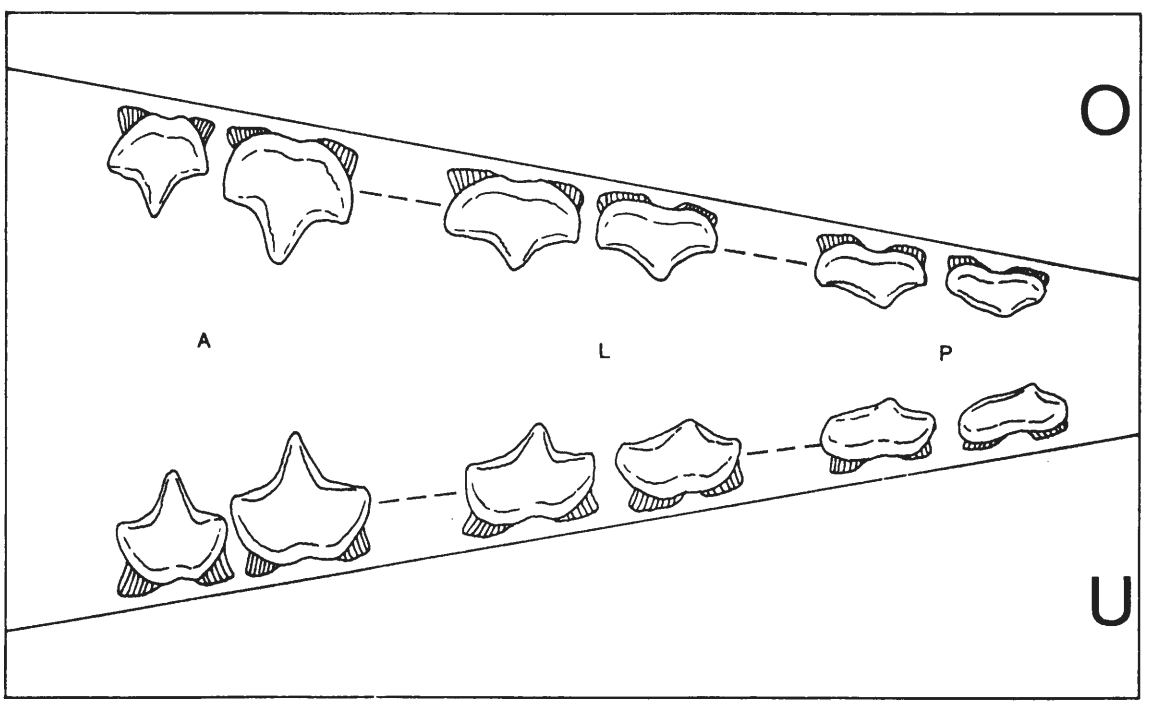


Abb. 7: Schematische Darstellung der Zahnfolge bei *Hemiscyllium:* O: Oberkiefer, U: Unterkiefer, A: anteriore Zähne, L: laterale Zähne, P: posteriore Zähne.

Die Wurzel entspricht mehr den Verhältnissen bei anderen kretazischen Hemiscylliidae (z. B. *Almascyllium cheikheliasi* [SIGNEUX, 1949] – CAPPETTA, 1980) als dem Bau der rezenten Hemiscylliidae (*Hemiscyllium, Chiloscyllium*) mit der stark vergrößerten Ausbildung der zentralen und laterointernen Foramina (Zähne abgebildet u. a. CAPPETTA, 1980). Die beiden aus dem Paläogen von Belgien beschriebenen *Hemiscyllium*-Arten (*H. bruxeliensis* HERMAN, 1977 und *H. daimeriesi* [HERMAN, 1972]) zeigen schon ähnliche Verhältnisse wie die rezente Art. Die Zähne von *Acanthoscyllium sahelalmae* (PICTET & HUMBERT, 1866) aus dem oberen Santonium von Sahel Alma (Libanon) besitzen ein Paar gut entwickelter Nebenzähnchen sowie auf der Labialfläche einige Schmelzstreifen (CAPPETTA, 1980). Eine noch stärkere Skulptur ist bei den Zähnen von *Almascyllium cheikheliasi* (SIGNEUX, 1949) zu beobachten (CAPPETTA, 1980). Die anterioren Zähne von *Mesiteia* besitzen ein Paar deutlich ausgebildete Nebenzähnchen sowie eine schlankere, höhere Krone. Sie können ebenfalls nicht näher mit dem vorhandenen Material in Verbindung gebracht werden (siehe *Mesiteia greenei* [CAPPETTA]). Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß sich die neue Art mit keiner der bisher aus der Kreide beschriebenen Orectolobiformes-Arten identifizieren läßt. Der von HERMAN (1982) als *Hemiscyllium* sp. beschriebene unvollständige Zahn aus dem Maastrichtium von Hemmoor (Norddeutschland) dürften zur gleichen Art gehören.

Etwas unsicher ist die generische Zuordnung. Obwohl der Bau der Zahnkrone sehr gut den Verhältnissen bei den tertiär-rezenten Arten entspricht, sind einige Vorbehalte wegen des Baues der Wurzeln angebracht. Hier ist das zentrale Foramen der vorliegenden Zähne wesentlich schwächer entwickelt als bei den tertiär-rezenten Arten, ebenso die laterointernen Foramina. Ähnliche Verhältnisse sind bei den *Chiloscyllium*-Arten anzutreffen. *C. greenei* zeigt im Wurzelbau die gleichen Unterschiede zu den rezenten Arten. Den rezenten Arten weitgehend ähnlich ist jedoch der Wurzelbau von *C. missouriensis* CASE, 1979 aus dem Campanium von Montana (USA).

Hemiscyllium ? sp.
Taf. 9 Fig. 1a-d.

Material: Billerbeck 001: 1 Zahn, coll. MÜLLER.

Bemerkungen: Der einzige vorhandene Zahn unterscheidet sich in einigen Punkten von den Zähnen von *Hemiscyllium hermani* nov. sp.: Der mesiale und der distale Schneiderrand zu beiden Seiten der massiven Spitze der Krone zeigen eine Andeutung einer stumpfen Zähnelung, wie sie bei manchen frühen Ginglystomatidae-Arten vorhanden ist (z. B. *Cantioscyllium decipiens* WOODWARD, 1889 aus dem Cenomanium von England). Die Wurzel allerdings stimmt mehr mit denen der frühen Hemiscylliidae überein, ist im Vergleich zu *Hemiscyllium hermani* nov. sp. jedoch sehr plump und massiv. Die Wurzelloben sind kurz, dick und schließen nur eine kurze, schmale Depression ein, in der ein vergleichsweise sehr kleines zentrales Foramen liegt.

Dieser Zahn läßt sich mit Sicherheit keiner der bisher aus der Kreide beschriebenen Hemiscylliidae-Arten zurechnen, die nähere Bestimmung muß vorläufig offen bleiben. Möglicherweise handelt es sich tatsächlich nur um einen stark von der Normalform abweichenden Zahn von *Hemiscyllium hermani* nov. sp.

Chiloscyllium MÜLLER & HENLE, 1837
(*Synchismus* GILL, 1862)
Typus-Art: *Scyllium plagiosum* BENNETT, 1830

Chiloscyllium greenei (CAPPETTA, 1973)
Taf. 8 Fig. 2a-d

*1973 *Brachaelurus greenei* CAPPETTA: 507-508, Fig. 2, Taf 1 Fig. 36.
1977 *Mesiteia*? *greenei*,– HERMAN: 146-147, Taf. 6 Fig. 2.
1987 *Chiloscyllium greenei*, – CAPPETTA: 73.

Material: Billerbeck 001: 1 Zahn, coll. MÜLLER.

Beschreibung: Zu dieser Art wird ein Zahn gestellt, der sich durch folgende Merkmale auszeichnet: Zahn im Verhältnis zu den anderen hier beschriebenen Hemiscylliidae-Arten relativ groß und massiv. Der Kronenrumpf ist relativ niedrig und breit und ist gut gegen die annähernd symmetrisch-dreieckige Spitze abgegrenzt. Zu beiden Seiten der Basis der Spitze bildet der Kronenrumpf starke, scharfe und lateral weit ausgezogene Ecken. Labial formt der Kronenrumpf einen kräftigen Überhang, die Kronenbasis springt dabei etwas hervor und ist gleichzeitig leicht konkav eingedellt. Lingual fällt die Krone steil zur Wurzel ab. Der zur Spitze gehörende Teil der lingualen Kronenseite ist gut konvex gewölbt und wird gegen den übrigen Teil der Lingualfläche durch die laterointernen Depressionen begrenzt. Letztere setzen sich auf die Lingualfläche der Wurzel fort, beiderseits der mediointernen Expansion.

Die Wurzel selbst zeigt den für diese Gruppe typischen Bau mit einer flachen Basis und den beiden in labialer Richtung weit geöffneten Wurzelästen. Im Winkel zwischen den beiden Wurzelästen liegt ein relativ kleines zentrales Foramen. Auf der Lingualseite bildet die Wurzel eine kräftige mediointerne Expansion, in deren Mitte, an der Grenze zwischen Labial- und Basalfläche, das mediointerne Foramen liegt. In den die mediointerne Expansion flankierenden Depressionen liegt das Paar laterointerner Foramina.

Bemerkungen: Der Zahn stimmt recht gut mit den lateralen Zähnen von *Chiloscyllium greenei* (CAPPETTA, 1973) überein. Bei dieser Art sind die Ecken des Kronenrumpfes zwar meist zu mehr oder weniger deutlichen Nebenzähnchen entwickelt, vor allem bei den anterioren Zähnen. Diese können aber auch nur recht undeutlich ausgeprägt sein (vergl. CAPPETTA, 1973: Taf. 1 Fig. 40 u. 41 oder HERMAN, 1977: Taf. 6 Fig. 2e u. 2f).

Die stratigraphische Reichweite von *Chiloscyllium greenei* wird von CAPPETTA (1987) mit Turonium bis Mitteleozän angegeben, was eine erhebliche Zeitspanne umfassen würde. Die Frage ist hier zu stellen, ob dabei nicht mehrere Arten zusammengefaßt wurden, die sich auf Grund der geringen morphologischen Differenzierung dieses Zahntypes nicht sicher artlich trennen lassen. Für die Kreide sind nach CAPPETTA (1987) folgende Nachweise anzuführen: Turonium von South Dakota (USA), Turonium von Nordfrankreich, Coniacium von Belgien, Campanium von Marokko.

Chiloscyllium gaemersi nov. sp.
Taf. 8 Fig. 1, 3-5

Holotypus: Exemplar Nr. 001/30, Taf. 8 Fig. 3a-d.
Paratypen: Exemplare Nr.001/29, 001/31, 020/32, Taf. 8 Fig. 1a-b, 4a-d, 5a-d.
Locus typicus: Billerbeck 001.
Stratum typicum: Oberes Campanium, Baumberger Schichten, basaler Billerbecker Grünsandstein.
Derivatio nominis: Nach Herrn Dr. P.A.M. GAEMERS, Otolithen-Spezialist in Leiden (Niederlande).

Material: Billerbeck 001: 5 Zähne; Buldern 003: 1, Anneliese Werk II (Klipperbank): 1; alles coll. MÜLLER.

Diagnose: Eine fossile Art der Gattung *Chiloscyllium* mit folgenden Merkmalen: Anteriore Zähne leicht asymmetrisch, mit langer und scharfer Spitze, ohne Nebenzähnchen. Die Spitze geht mesial kontinuierlich in den Kronenrumpf über, distal ist eine stumpfe Kante vorhanden. Die stärker asymmetrischen lateralen Zähne zeigen niedrigere und breitere, stärker in distale Richtung geneigte Spitzen, die vom Kronenrumpf deutlicher abgesetzt sind. Vor allem distal ist hier eine deutliche Ecke ausgebildet. Labial formt die Kronenbasis einen kräftigen, breit und gleichmäßig konvex gerundeten Überhang. Wurzeln bilobat, hemiaulacorhiz, mit kleinem zentralen Foramen im Winkel der Wurzelloben auf der Basisfläche und mediointernem Foramen auf der mediointernen Expansion. In den laterointernen Depressionen liegt ein Paar laterointerner Foramina. Die Wurzeln sind im Verhältnis zur Zahnhöhe niedrig.

Die anterioren Zähne dieser Art besitzen einen schwach asymmetrischen Bau mit hoher, schlanker Hauptspitze (Taf.8 Fig. 2). In distaler Richtung werden die Zähne zunehmend asymmetrisch und der Kronenrumpf bildet deutliche Ecken, vor allem distal (siehe Abb. 5). Die distale Ecke bildet manchmal den Ansatz eines distalen Nebenzähnchens. In Richtung Komissur werden die Kronen immer breiter und asymmetrischer, schließlich deutlich breiter als hoch.

Beschreibung: Im untersuchten Material sind Zähne verschiedener Position im Kiefer vertreten. Die anterioren Zähne besitzen eine leicht asymmetrische, relativ schlanke Krone, bei der der Kronenrumpf und die lang ausgezogene Spitze nicht scharf gegeneinander abgesetzt sind. Der Kronenrumpf bildet labial einen breiten, basal konvex gerundeten Überhang. Vom am weitesten mesial vorspringenden Punkt des Kronenrumpfes zieht sich der mesiale Schneiderand fast geradlinig, manchmal auch etwas konkav eingebogen, zur Spitze. Dabei schließen der mesiale Schneiderand und die horizontale Achse der Zähne einen Winkel von etwa 50-60° ein. Zwischen mesialem Schneiderand der Spitze und Kronenrumpf ist keine deutliche Ecke ausgeprägt. Der distale Teil des Kronenrumpfes hingegen bildet gegen die Spitze einen kleinen,

undeutlichen Absatz. Die glatte Labialfläche der Krone ist nur schwach gewölbt. Unter der Spitze ist die Lingualfläche der Krone stärker konvex gewölbt, flankiert von den laterointernen Depressionen.

Die anterolateralen Zähne entsprechen in ihren Proportionen und ihrer Morphologie noch den anterioren, durch die zunehmende Neigung der Kronen in distaler Richtung erscheinen sie jedoch schon stärker asymmetrisch. In Richtung Komissur werden die lateralen Zähne immer niedriger und im Verhältnis zur Höhe breiter, vor allem auf Kosten der Höhe der Spitze. Der distale Absatz des Kronenrumpfes entwickelt sich zu einer scharfen Ecke, die zuweilen schon fast die Gestalt eines stumpfen distalen Nebenzähnchens annimmt. Bei den posterolateralen Zähnen schließlich kommt es auch zur Bildung einer deutlichen mesialen Ecke des Kronenrumpfes, dessen mesialer Teil wird dabei auch stärker vorgezogen. Auffällig ist bei allen Zähnen die starke Neigung der Krone in lingualer Richtung. Die Labialflächen bilden mit Basisfläche einen Winkel um 35-40° bei den anterioren bis anterolateralen Zähnen. Für die posterolateralen Zähne wurden Werte um 20° ermittelt.

Die Wurzel weist einen ähnlichen Bau auf wie bei den Zähnen von *Hemiscyllium gaemersi* nov. sp., bleibt aber im Verhältnis zur gesamten Zahnhöhe deutlich niedriger. Auf der lingualen Seite springt die mediointerne Expansion sehr weit hervor, flankiert von den beiden lateralen Depressionen. Auf der mediointernen Expansion liegt ein gut entwickeltes mediointernes Foramen. In den lateralen Depressionen befindet sich das Paar laterointerner Foramina. Die Basisfläche der Wurzel ist fast völlig plan. Im Winkel zwischen den beiden V-förmig in labialer Richtung divergierenden Wurzelloben befindet sich ein relativ kleines zentrales Foramen.

Differentialdiagnose: Zunächst sind die Unterschiede zu den anderen hier beschriebenen Hemiscylliidae-Taxa zu besprechen. Die Zähne von *Hemiscyllium hermani* n. sp. lassen sich relativ einfach abgrenzen. Die Zahnkronen dieser Art zeigen eine andersartige Morphologie: gut abgesetzte Spitze bei den anterioren bis lateralen Zähnen, die aus einem abgerundet trapezförmigen Kronenrumpf hervorgeht. Der labiale Kronenüberhang zeigt durch die mediane Einbuchtung eine deutlich bifide Form, wie dies auch bei den Zähnen des rezenten *Hemiscyllium ocellatum* (BONNATERRE, 1788) der Fall ist (vergl. CAPPETTA, 1987: Fig. 66I-L). Die Zähne von *Chiloscyllium greenei* (CAPETTA, 1973) zeichnen sich ebenfalls durch eine andere Kronenform aus, u.a. meist sehr deutliche Entwicklung der Nebenzähnchen, anderen Verlauf des labialen Kronenüberhanges und abweichende Form des Kronenrumpfes. Besonders deutlich erscheinen diese Unterschiede bei den anterioren und anterolateralen Zähnen. Die Zähne der beiden Arten *Acanthoscyllium sahelalmae* (PICTET & HUMBERT, 1866) und *Almascyllium cheikheliasi* (SIGNEUX, 1949) aus dem libanesischen Santonium unterscheiden sich neben der Form der Zahnkronen vor allem auch durch die Anwesenheit einer deutlichen Skulptur auf der Labialfläche der Kronen (CAPPETTA, 1980). Sehr ähnlich sind dagegen die Wurzeln mit ihren noch gering entwickelten Foramina. Bei den Zähnen der rezenten Arten ist vor allem das zentrale Foramen auf der Basisfläche der Wurzel sehr viel größer ausgebildet. Ähnliche Verhältnisse wie bei den rezenten Arten sind bei *Chiloscyllium missouriensis* CASE, 1979 aus dem Campanium der USA anzutreffen. Die Zähne dieser Art unterscheiden sich vom vorliegenden Material nicht nur im Bau der Wurzel, sondern auch der Krone. Diese ist viel gedrungener, massiver und weicht auch im Bau des labialen Überhanges stark ab. Weitere kreidezeitliche Hemiscylliidae sind nach Literaturübersicht derzeit nicht gültig beschrieben.

Bemerkungen: CAPPETTA (1980 u. 1987) merkt an, daß bei den beiden rezenten *Ciloscyllium*-Arten zwei verschiedene Zahntypen vorkommen. Die Zähne von *C. indicum* besitzen gut entwickelte Nebenzähnchen, während diese bei *C. punctatum* fehlen. Ob diese Unterschiede eine generische Trennung rechtfertigen, bleibt zumindest sehr fragwürdig. *C. gaemersi* n. sp. zeigt in diesem Punkt Ähnlichkeiten mit dem rezenten *C. punctatum*.

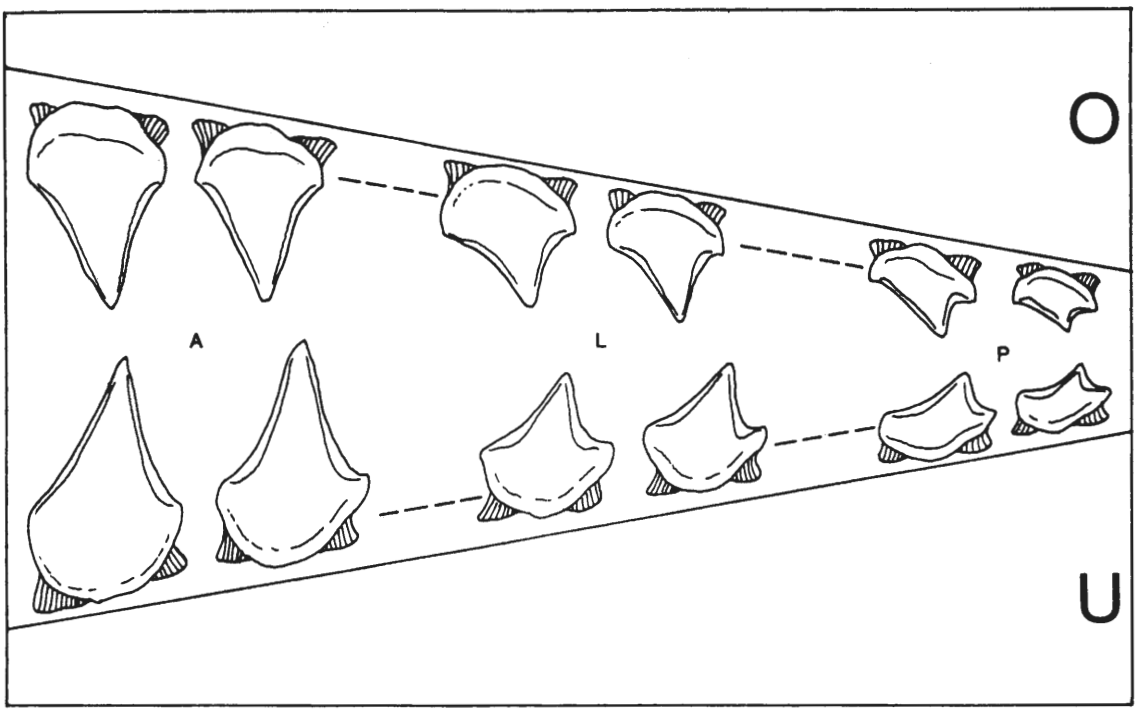


Abb. 8: Schematische Darstellung der Zahnfolge bei *Chiloscyllium:* O: Oberkiefer, U: Unterkiefer, A: anteriore Zähne, L: laterale Zähne, P: posteriore Zähne.

4.2.8. Familia **Parascylliidae** GILL, 1862

Pararhincodon HERMAN in CAPPETTA, 1976
Typus-Art: *Pararhincodon crochardi* HERMAN, 1977

Pararhincodon groessensi HERMAN, 1982
Taf. 9 Fig. 3-6

*1982 *Pararhincodon groessensi* HERMAN: 143, Taf. 2 Fig. 9, Taf. 4 Fig. 23.

Material: Billerbeck 001: 34 meist unvollständige Zähne; Buldern 003: 11; Baumberge 008 (Bruch Fark, Werkstein): 2; Ascheberg 003: 5; alles coll. MÜLLER.

Beschreibung: Die sehr kleinen Zähne von *P. groessensi* HERMAN zeigen im untersuchten Material durchweg hemiaulacorhize Wurzeln. Die anterioren Zähne sind sehr schlank, hoch und scharf zugespitzt. Die Krone ist basal kaum verbreitert (Taf. 9 Fig. 4). Extrem schlank sind die Zähne aus dem Bereich der Symphyse. Die Krone der Lateralzähne ist basal stärker verbreitert und bildet hier auf der Labialseite einen deutlichen Absatz zur Wurzel. Entlang dieser Kante finden sich einige unregelmäßige, mehr oder weniger kräftige, vertikale Schmelzstreifen. In distaler Richtung nimmt die Neigung der Zahnspitze in Richtung Komissur weiter zu, die Zähne werden im Verhältnis zur Höhe auch immer breiter. Häufig findet sich auf der distalen Seite der Krone der Lateralzähne ein mehr oder weniger gut ausgeprägtes Nebenzähnchen.

Die hemiaulacorhizen Wurzeln sind asymmetrisch geteilt, wobei der distale Ast kürzer als der mesiale bleibt. Lingual bildet die Wurzel eine mediointerne Expansion, auf der das mediointerne Foramen liegt. Die Flanken der mediointernen Expansion sind tief eingesenkt, in diesen bis auf die Krone ausstrahlenden laterointernen Depressionen liegt ein Paar lateroinnerer Foramina. Labial, im Winkel zwischen den Wurzelästen, befindet sich im Übergangsbereich Labial-/Basisfläche das zentrale Foramen. Holaulacorhizie wurde in keinem Fall beobachtet.

Bemerkungen: Die vorliegenden Zähne stimmen gut mit dem von HERMAN (1982) beschriebenen Material aus dem Maastrichtium von Hemmoor überein. Damit kann diese Art bis in das tiefere Campanium zurückverfolgt werden. Die Zähne einer weiteren Art aus dem Turonium Westeuropas, *Pararhincodon crochardi* HERMAN, 1977, unterscheiden sich unter anderem durch eine andere Vascularisation (Wurzeln überwiegend holaulacorhiz) sowie das Fehlen von Nebenspitzen und der labio-basalen Schmelzstreifen. Nimmt man die Holaulacorhizie als fortgeschrittenes Merkmal, so sind die Zähne der vorliegenden, stratigraphisch jüngeren Art „primitiver" als die der älteren. Mit *P. ypresiensis* CAPPETTA, 1976 reicht die Gattung bis in das Paläogen (Ypresium Westeuropas).

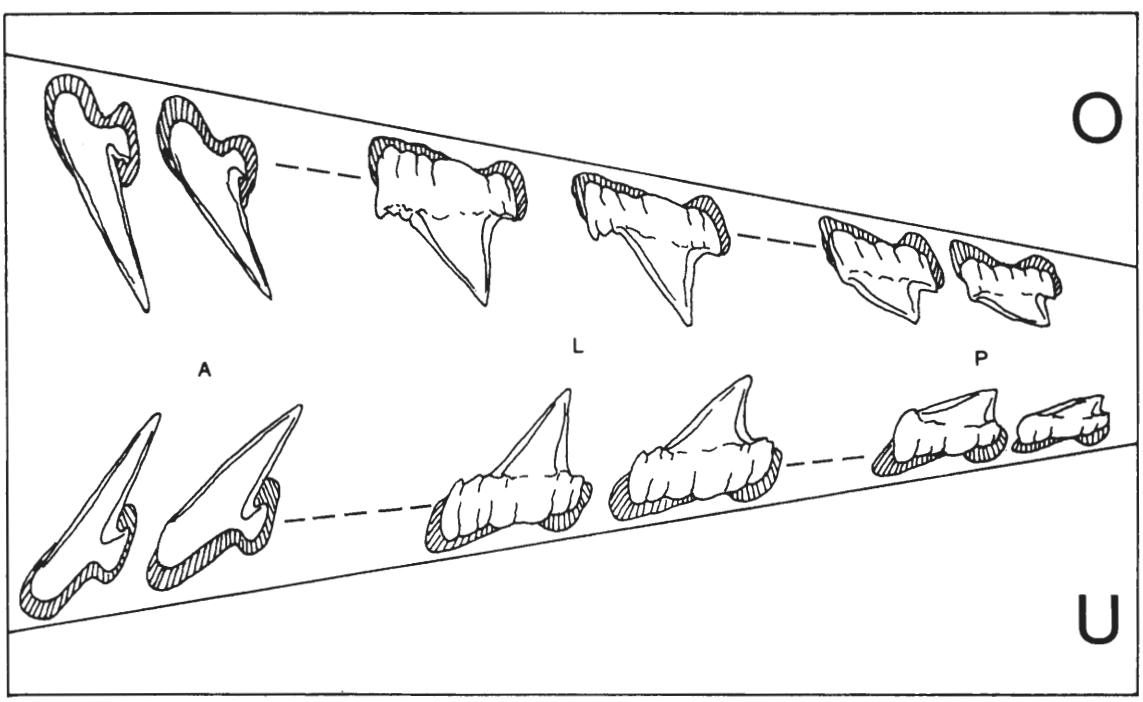


Abb. 9: Schematische Darstellung der Zahnfolge bei *Pararhincodon*: O: Oberkiefer, U: Unterkiefer, A: anteriore Zähne, L: laterale Zähne, P: posteriore Zähne.

4.2.9. Familia **Mitsukurinidae** JORDAN, 1898

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

Anomotodon aff. ***plicatus*** ARAMBOURG, 1952

(*1952 *Anomotodon plicatus* ARAMBOURG: 55-57.)

Material: Billerbeck 001: 4 Zähne; alter Steinbruch Meyer 011: 3 (Bohnenschicht); Steinbruch Hesselmann 008: 2 (Basis Flies); Gievenbeck 018: 1; Buldern 003: 2; alles Coll. MÜLLER.

Bemerkungen: Im Material vor allem von Billerbeck fanden sich einige mehr oder weniger fragmentarische Zähne einer kleinen *Anomotodon*-Art. Der einzige vollständige Zahn ist ein posterolateraler Zahn aus dem Unterkiefer. Die Zähne zeichnen sich durch das Fehlen von Nebenzähnchen aus. Zuweilen ist, vor allem auf der Lingualfläche der Krone, eine feine vertikale Streifung zu beobachten. Die Skulptur ist jedoch im Vergleich zu anderen *Anomotodon*-Arten oder zu Zähnen der verwandten Gattung *Scapanorhynchus* nur schwach entwickelt, häufig sind die Zähne auch glatt.

Genus *Scapanorhynchus* WOODWARD, 1898
(*Rhinognathus* DAVIS, 1876; *Protoscapanorhynchus* GLYCKMAN, 1980; *Raphiodus* GLYCKMAN, 1980)

Typus-Art: *Rhinognathus lewisii* DAVIS, 1887

Scapanorhynchus sp.

Material: Billerbeck 001: mehr als 30 Zähne; alter Steinbruch Meyer 011: 3 (Bohnenschicht); Ascheberg 002: 1; Buldern 003: 2; alles Coll. MÜLLER.

Bemerkungen: Bisher liegen nur unvollständige Zähne einer kleinen *Scapanorhynchus*-Art vor, vor allem von Billerbeck. Die Zahnkronen tragen auf der Lingualseite eine Skulptur aus kräftigen, einfachen, vertikalen Schmelzstreifen, die sehr weit zur Spitze hinaufreichen. Die Zähne stimmen in den Proportionen recht gut mit denen von *S. lewisii* (DAVIS, 1887) aus dem Santonium des Libanon überein. Ein Zahn aus der Kreide von Obourg (Belgien) wird von HERMAN (1977) mit Vorbehalt zu dieser Art gestellt. Möglich ist das Vorkommen dieser Art im westeuropäischen Campanium, doch ist das Material nicht ausreichend für eine sichere Diagnose. Es könnte sich auch um Zähne juveniler Individuen einer größeren Art, wie *S. raphiodon* (AGASSIZ, 1844) (kommt im höheren Santonium vom Weiner Esch bei Ochtrup vor) oder *S. rapax* (QUAAS, 1902) handeln.

4.2.10. Familia **Cretoxyrhinidae** GLYCKMAN, 1958

Genus *Cretolamna* GLYCKMAN, 1958
Typus-Art: *Lamna appendiculata* AGASSIZ, 1843

Cretolamna appendiculata (AGASSIZ, 1843)

*1843 *Otodus appendiculatus* AGASSIZ, III: 270, Taf. 32 Fig. 2-8, 10, 15, 17
1977 *Cretolamna appendiculata*,– HERMAN: 210-216, Taf. 9. Fig. 2-4 (dort ausführliche Synonymie).

Material: Billerbeck 001:3 Zähne + Fragmente; Steinbruch Fark 008:2 (Werkstein, „Lappen"), alter Steinbruch Meyer 011:1 Wirbel (Bohnenschicht); alles Coll. MÜLLER. Dazu können auch die Wirbelfunde aus den Beckumer Schichten (Coll. GIERS, Ruhrlandmuseum Essen) gerechnet werden.

Bemerkungen: Einige Fragmente großer und massiver Zähne, vor allem von Billerbeck, aber auch aus dem Baumberger Sandstein, lassen sich auf diese Art beziehen. *C. appendiculata* ist eine in der Oberkreide kosmopolitisch verbreitete Art. Ebenfalls zu dieser Art gehört sicher auch das Wirbelsäulenstück von ca. 2 m Länge aus den Vorhelmer Schichten (Bosenbergbruch), welches GIERS (1964) erwähnt. Dazu kommen Funde einzelner Wirbel in den Beckumer Schichten sowie ein Wirbel aus der Bohnenschicht des Baumberger Sandsteines der Baumberge (alter Steinbruch Meyer 011, Coll. Müller). Das Material zu GIERS (1964) konnte im Ruhrlandmuseum Essen eingesehen werden.

Genus *Cretodus* SOKOLOV, 1965
(Syn.: *Plicatolamna* HERMAN, 1975)
Typus-Art: *Otodus semiplicatus* MÜNSTER in AGASSIZ, 1843

***Cretodus*? sp.**
Taf. 15 Fig. 7

Material: Buldern 003: 1 Zahn (Coll. MÜLLER).

Bemerkungen: Ein kleiner Lamniformes-Zahn aus den Osterwicker Schichten von Buldern mit stark korrodierter Wurzel könnte zu einem Vertreter dieser Gattung gehören. Die relativ stark labio-lingual abgeflachte Krone besitzt eine fast völlig plane Labialseite und eine nur relativ schwach konvex gewölbte Lingualseite. An der Basis der labialen Kronenseite finden sich etwas verschwommene Reste einer kurzen vertikalen Schmelzstreifung. Die relativ breit dreieckige Hauptspitze ist flankiert von zwei sehr stark entwickelten, breit dreieckigen Nebenspitzen. Über den Bau der stark korrodierten Wurzel lassen sich keine näheren Einzelheiten ableiten.

In der gesamten Zahnmorphologie bestehen sehr enge Beziehungen zu Vertretern der Gattung *Cretodus*, die aber in der Regel wesentlich größer sind. In der höchsten Kreide (Oberes Campanium und Maastrichtium) kommen jedoch auch kleinwüchsige Arten vor, z. B. *C. borodini* (CAPPETTA & CASE, 1975) aus dem Campanium von New Jersey (USA). Eine exakte Bestimmung des unvollständigen Zahnes ist jedoch nicht sicher möglich.

4.2.11. Familia **Anacoracidae** CASIER, 1947

Genus *Squalicorax* WHITLEY, 1939
(*Corax* AGASSIZ, 1843; *Anacorax* WHITE & MOY-THOMAS, 1940; *Palaeocorax* GLYCKMAN, 1956; *Sinkorax* WHITLEY, 1965; *Eoanacorax* GLYCKMAN & SHVAZHAITE, 1971; *Palaeoanacorax* GLYCKMAN, 1971; *Paraanacorax* GLYCKMAN, 1980; *Praeptychocorax* GLYCKMAN, 1980; *Microanacorax* GLYCKMAN, 1980)
Typus-Art: *Corax pristodontus* AGASSIZ, 1843

Squalicorax kaupi (AGASSIZ, 1843)
Abb. 10

v.1954 *Corax* sp.- SIEGFRIED: 7.
1977 *Squalicorax kaupi*,– HERMAN: 107-110, Taf. 4 Fig. 2 (dort weitere Synonymie).

Material: Billerbeck 001: einige Fragmente (Coll. MÜLLER); Baumberge (ohne genaue Lokalität und stratigraphische Einordnung – vermutlich Bohnenschicht des Werksteines): 2 Zähne (Coll. Museum des geol. Inst. der WWU Münster).

Bemerkungen: Von Billerbeck liegen Fragmente von flachen Zähnen mit einer deutlichen Serrulation der Schneideränder vor. Diese Zahnfragmente sind zweifellos auf *Squalicorax*-Zähne zu beziehen. Besser erhalten sind die von SIEGFRIED (1954) erwähnten Zähne aus dem Werkstein der Baumberge (vermutlich Bohnenschicht), die im Museum der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster archiviert sind. Es handelt sich um einen vollständigen Zahn sowie um einen Zahn mit beschädigter Wurzel (Abb. 10). Die Art kommt auch im höchsten Santonium des bekannten Fundortes Weiner Esch bei Ochtrup vor. Einige in der Literatur als *Corax heterodon* bezeichnete Funde (ARNOLD, 1964) sind sicher auch auf diese Art zu beziehen.

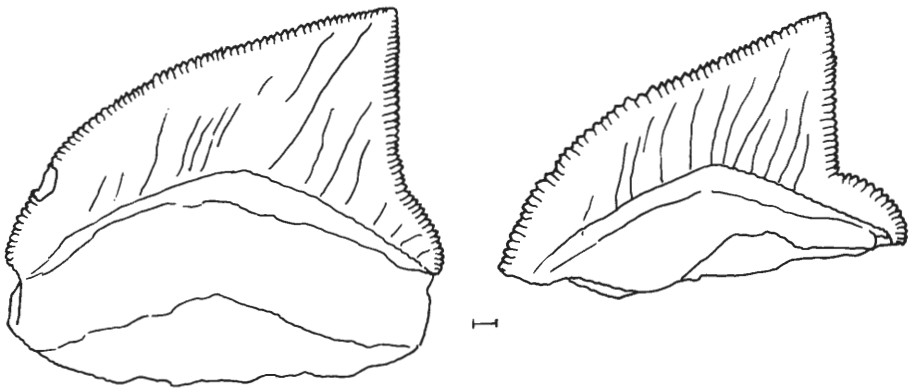


Abb. 10: Zähne von *Squalicorax kaupi* (AG.) Billerbeck, beide Zähne von der Labialseite (Maßstab 1 mm). Museum des GPI Münster (Nr. 10352).

4.2.12. Familia **Palaeospinacidae** REGAN, 1906

Genus *Paraorthacodus* GLYCKMAN, 1957
Typus-Art: *Sphenodus recurvus* TRAUTSCHOLD, 1877

Paraorthacodus nerviensis (LERICHE, 1929)
Abb. 11

1912 *Synechodus recurvus*, – WOODWARD: 221, Taf. 46 Fig. 8 [non TRAUTSCHOLD].
*1929 *Synechodus nerviensis* LERICHE: 230-232, Fig. 8a-e.
1977 *Synechodus nerviensis*, – HERMAN: 31, Taf. 1 Fig. 9.
1987 *Parorthacodus nerviensis*, – CAPPETTA: 130.

Material: Baumberge 007 (alte Mergelgrube): 1 Zahn; Everswinkel 042: 2 (alles Coll. MÜLLER).

Beschreibung: Aus den oberen Coesfelder Schichten der Mergelgrube 007 am Nordrand der Baumberge liegt ein Zahn vor, der zweifellos zu dieser Art zählt. Dieser Zahn ist nur von der Labialseite zugänglich und nicht vollständig erhalten. Zu erkennen sind noch die Hauptspitze sowie drei mesiale Nebenspitzen, die durch tiefe Einschnitte voneinander getrennt sind. Von den distalen Nebenspitzen ist nur noch eine erhalten. Die Hauptspitze ist sehr schlank und hoch, die Nebenspitzen sind deutlich niedriger, aber ebenfalls sehr schlank und im Verhältnis zu Breite recht hoch. Die Labialseite der Hauptspitze besitzt nur eine geringe Wölbung und ist weitgehend glatt. Lediglich lateral sind einige vertikale Schmelzstreifen zu erkennen. Auf der Labialseite der Nebenspitzen hingegen sind zwei bis drei kräftige vertikale Schmelzleisten zu erkennen, die weit nach oben reichen.

Bemerkungen: Zähne der gleichen Art sind jetzt auch in den Stromberger Schichten des noch nicht vollständig bearbeiteten und ausgewerteten neuen Aufschlusses Everswinkel 042 (Neubau nördliche Umgehungsstraße) gefunden worden. Der Zahn aus den Coesfelder Schichten der Baumberge stimmt gut mit der Abbildung eines lateralen Zahnes bei HERMAN (1977: Taf. 1 Fig. 6a) überein.

Paraorthacodus sp.
Taf. 11 Fig. 1-2

Material: Billerbeck 001: 1 Zahn + 1 Fragment (Coll. MÜLLER).

Abb. 11: Zahn von *Paraorthacodus nerviensis* (LER:), Baumberge 007, Labialseite, Maßstab 8:1, Nr. 007/53, coll. A. Müller.

Beschreibung: Vom Fundpunkt Billerbeck liegt ein *Parorthacodus*-Zahn vor, der von allen in der Literatur beschriebenen Arten dieser Gattung deutlich abweicht. Bei diesem Zahn ist die Hauptspitze erhalten sowie der mesiale Wurzelast mit den Nebenzähnchen. Der Zahn besitzt eine sehr hohe und schlanke Hauptspitze, welche ganz leicht in distale Richtung geneigt ist. Die Labialfläche der Hauptspitze ist fast eben, die Lingualseite stärker konvex gewölbt. Auf beiden Seiten ziehen sich von der Basis kräftige Schmelzstreifen nach oben, wobei etwa das obere Drittel der Hauptspitze glatt bleibt. Lingual sind die Schmelzstreifen etwas feiner entwickelt als labial, sie verlaufen annähernd gerade und ungegabelt. Labial spalten sie sich zur Basis hin teilweise auf. Die Hauptspitze wird mesial von zwei niedrigen Nebenspitzen begleitet, welche von der Hauptspitze scharf getrennt sind. Die Wurzel tritt sowohl lingual als auch labial deutlich unter der Krone hervor, ein Überhang der Kronenbasis ist nicht vorhanden.

Die Wurzel ist in zwei weit gespreizte Äste aufgeteilt und erinnert in ihrer generellen Morphologie an Wurzeln lamnoider Zähne. Sie ist jedoch typisch anaulacorhiz, mit flacher, ebener Basisfläche, welche weit nach innen gedreht ist und die Lingualfläche auf ein schmales Band unter der Krone reduziert. Die Labialfläche ist wesentlich höher. Auf der Basisfläche liegen irregulär zerstreute Poren. Die Labialfläche zeigt einige größere Foramina.

Bemerkungen: Die Zähne der Gattungen *Synechodus* und *Paraorthacodus* sind sehr ähnlich gestaltet, unterscheiden sich jedoch in einigen Merkmalen recht gut (CAPPETTA, 1980: 129). Die Krone der *Paraorthacodus*-Arten bildet u. a. keinen labialen Überhang, die Nebenspitzen untereinander und von der Hauptspitze sind gut getrennt. Auf der Basis dieser Merkmale gehört der Zahn eindeutig einem Vertreter des Genus *Paraorthacodus* an. Die artliche Bestimmung indessen ist bei dem einzigen und unvollständigen Zahn nicht sicher durchzuführen. Von den Zähnen der bisher beschriebenen *Paraorthacodus*-Arten ist dieser Zahn gut abzugrenzen. *P. nerviensis* (LERICHE, 1902) besitzt kompaktere und gedrungenere Wurzeln, die Wurzeläste sind nicht so weit gespreizt und dünn wie beim vorliegenden Stück. Auch die Skulptur der Labialseite ist bei dieser Art nicht so kräftig wie am vorliegenden Zahn. Ähnliche Unterschiede ergeben sich auch zum paläogenen *P. eocaenus* (LERICHE, 1902), welcher nach CAPPETTA (1980: 130) synonym mit *P. clarkii* (EASTMAN, 1901) aus dem Paleozän von Maryland (USA) sein könnte.

Genus *Synechodus* WOODWARD, 1888
Typus-Art: *Hybodus dubrisiensis* MACKIE, 1863

Synechodus lerichei HERMAN, 1977
Taf. 10 Fig. 1-3, Taf. 11 Fig. 1-4

*1977 *Synechodus lerichei* HERMAN: 33-34, Taf. 1 Fig. 6.

Material: Billerbeck 001: 6 Zähne und zahlreiche Fragmente; neuer Steinbruch Meyer 010: 2 (1 Probe RIEGRAF 6, 1 RIEGRAF 7), Fragmente (nicht selten) fast im gesamten Werkstein der Baumberge (alles Coll. MÜLLER).

Beschreibung: Zähne klein, kaum über 5mm breit. Die anterioren Zähne besitzen eine schlanke, hohe Hauptspitze und drei Paar Nebenspitzen, welche an der Basis miteinander verschmolzen sind. Labial bildet die Krone einen deutlichen Überhang über die Wurzel. Hauptspitze mit stärker konvex gewölbter Lingual- und schwächer konvexer Labialseite. Auf beiden Seiten ist eine kräftige vertikale Schmelzstreifung ausgebildet, die fast bis zur Spitze reicht. An der Basis verzweigen sich die Schmelzstreifen häufig und bilden an einer deutlich ausgeformten basalen Schmelzkante unregelmäßige Retikulationen. Während die anterioren Zähne annähernd bilateral-symmetrisch sind, gewinnt die Hauptspitze in Richtung Komissur eine zunehmende Neigung in distaler Richtung, gleichzeitig nimmt die Kronenhöhe ab. Die Nebenzähnchen werden in Höhe und Anzahl reduziert. Die posterioren Zähne schließlich sind sehr klein. Sie besitzen einen stumpfen Mesodistalgrat, bei dem einzelne Spitzen kaum noch ausgebildet sind. Diese Zähne ähneln oberflächlich gewissen *Acrodus*-Zähnen.

Die anaulacorhizen Wurzeln bilden flache Basisflächen, welche von irregulär angeordneten Poren übersät sind. Ihre Lingualseiten fallen schräg nach innen ab und sind umfangreich. Hier liegen in kräftigen Vertiefungen etwa 4-6 größere Foramina. Daneben sind am Übergang zur Basisfläche weitere kleinere Foramina oder Poren zu erkennen. Auf der niedrigen, steil zur Basisfläche abfallenden Lingualfläche sind ebenfalls größere Foramina vorhanden, doch ist deren Zahl und Anordnung erhaltungsbedingt nicht zu diagnostizieren.

Bemerkungen: Die Zähne sind etwas kleiner als die von HERMAN aus dem belgischen Campanium und Maastrichtium beschriebenen, auch die Skulptur ist teilweise etwas stärker. Vermutlich handelt es sich um juvenile Stücke mit etwas stärker entwickelter „Jugendskulptur", wie dies beispielsweise auch bei Scyliorhiniden zu beobachten ist.

4.2.13. Familia **Scyliorhinidae** REGAN, 1906

Genus *Scyliorhinus* BLAINVILLE, 1816
(*Catulus* VALMONT DE BOMARE, 1786; *Thyellina* MÜNSTER in AGASSIZ, 1843; *Scylliodus* AGASSIZ, 1843; *Scyllium* CUVIER, 1817)
Typus-Art: *Squalus canicula* LINNAEUS, 1758

Scyliorhinus angustus (MÜNSTER, 1843)

*1843 *Thyellina angusta* MÜNSTER in AGASSIZ: 378, Taf. 39 Fig. 3.
1873 *Thyellina angusta*, – VON DER MARCK: 64, Taf. 2 Fig. 6 u. 7.
1901 *Scyllium angustum*, – WOODWARD: 340
1954 *Scylliorhinus angustus*, – SIEGFRIED: 8.

Material: Holotypus Bayr. Staatssammlung für Paläontologie München, Hypotypoid von VON DER MARCK (1873) verschollen.

Bemerkungen: Das Münchner Exemplar lag nicht zur Bearbeitung vor. Da die Zähne nicht bekannt sind, ist es unsicher, welche der auf isolierten Kieferzähnen basierenden Arten möglicherweise mit dieser Art identisch ist.

Scyliorhinus elongatus (DAVIS, 1887)
Taf. 14 Fig. 1a-c

*1887 *Thyellina elongata* DAVIS: 473, Taf. 14 Fig. 2 u. 3.
1889 *Scyllium elongatum*, – WOODWARD: 341.
1977 *Scyliorhinus elongatus*, – HERMAN: 252-253 (partim), Taf. 11 Fig. ?1a, ?1b, 1c, 1d, 1e, 1g, 1i, 1j – non Fig. 1f = *Scyliorhinus* sp., non Fig. 1h = *Scyliorhinus* ?*germanicus* HERMAN, 1982.
1980 *Scyliorhinus elongatus*, – CAPPETTA: 129-133, Fig. 29-30, Taf. 21, Taf. 22, Taf.23 Fig. 1-6.

Material: Buldern 003: 4 Zähne (Coll. MÜLLER).

Beschreibung: Aus den Osterwicker Schichten von Buldern stammen einige *Scyliorhinus*-Zähne, von denen der in Taf. 14 Fig. 1 abgebildete anteriore Zahn am besten erhalten ist. Von lateralen Zähnen stehen vorläufig nur Fragmente zur Verfügung. Der anteriore Zahn besitzt eine schlanke, hohe Hauptspitze, flankiert von einem Paar deutlich von der Hauptspitze separierter Nebenspitzen. Die Labialfläche der Krone ist nur wenig gewölbt, sie bildet basal einen relativ schwachen, leicht bilobaten Überhang. Lingual ist die Krone stärker gewölbt. Sowohl lingual als auch labial ziehen relativ feine, leicht geschwungene Schmelzstreifen bis etwa zur halben Höhe der Spitze. Auf der Lingualfläche verzweigen diese sich teilweise. Die hemiaulacorhize Wurzel zeigt eine flache Basisfläche und eine kräftige mediointerne Expansion. Auf der mediointernen Expansion, am Übergang Lingualfläche-Basisfläche, liegt ein gut entwickeltes mediointernes Foramen. Das zentrale Foramen befindet sich basal im Winkel zwischen den beiden Wurzelloben. Lateral wird die mediointerne Expansion von den laterointernen Depressionen flankiert, in ihnen ist je ein laterointernes, kleines Foramen zu erkennen. Die fragmentarischen Lateralzähne besitzen ebenfalls ein Paar niedriger, aber gut von der Hauptspitze abgesetzter Nebenspitzen. Die Streifung der Labialseite ist bei den lateralen Zähnen teilweise deutlich stärker ausgebildet als bei dem abgebildeten anterioren Zahn.

Bemerkungen: Der abgebildete anteriore Zahn sowie die an den unvollständig erhaltenen Lateralzähnen erkennbaren morphologischen Details stimmen gut mit den Verhältnissen der von CAPPETTA, 1980 ausführlich beschriebenen Art aus dem libanesischen Santonium überein. Auch ein Teil der von HERMAN (1977) beschriebenen und in Tafel 11 Fig. 1a-j abgebildeten Zähne gehört hierher. Andere der von HERMAN (1977) abgebildeten Zähne sind wegen der unzureichenden Abbildungsqualität allein nach den Abbildungen nicht sicher interpretierbar. Der von HERMAN in Taf. 11, Fig. 1h abgebildete Zahn wird zur nachfolgend beschriebenen Art gerechnet, welche sich durch eine massivere Zahnkrone, zwei Paar plumper, mehr oder weniger miteinander verschmolzener Nebenspitzen sowie eine noch kräftigere Skulptur unterscheidet. Fig 1a-c könnten zu *S. elongatus* gehören, CAPPETTA (1980) rechnet sie jedoch nicht zu dieser Art. Allein nach den Abbildungen ist kein sicheres Urteil möglich.

Scyliorhinus germanicus HERMAN, 1982
Taf. 11 Fig. 5, Taf. 12 Fig. 1-4

?1977 *Scyliorhinus elongatus*,– HERMAN: 252-253 (partim?), ?Taf. 11 Fig. 1h, non Taf. 11 Fig. 1a, 1b, 1c = ?*S. elongatus* (DAVIS), non Fig. 1d, 1e, 1g, 1i, 1j = *S. elongatus* (DAVIS), – non Fig. 1f = *Scyliorhinus* sp.
*1982 *Scyliorhinus germanicus* HERMAN: 141-142, Taf. 2 Fig. 10, Taf. 4 Fig. 4, 5.

Material: Billerbeck 001: mehr als 50 Zähne oder Fragmente, zahlreiche, meist unvollständige Zähne aus dem Baumberger Werkstein und Hangenden Mergeln (Stbr. Fark 008 und neuer Stbr. Meyer 010); alles Coll. MÜLLER. Häufigste *Scyliorhinus*-Art in den Baumberger Schichten.

Beschreibung: Die anterioren und anterolateralen Zähne dieser Art zeigen einen deutlichen, bilobaten Überhang. Bei den lateralen und posterolateralen Zähnen verliert sich die bilobate Form des Überhanges. Die Hauptspitze wird von zwei Paar plumpen Nebenzähnchen flankiert, die teilweise miteinander verschmolzen und nicht klar zu trennen sind. Wichtiges Merkmal ist eine sehr stark ausgebildete Skulptur auf beiden Seiten der Krone, labial ist sie noch etwas stärker als lingual. Labial reichen die starken Schmelzfalten etwa bis zwei Drittel der Kronenhöhe hinauf. Sie spalten basal häufig auf und bilden teilweise eine deutliche Retikulation. Diese Retikulation ist vor allem bei den posterolateralen bis posterioren Zähnen häufiger zu beobachten.

Die Wurzel ist durchweg hemiaulacorhiz, mit flacher Basis und kräftiger mediointerner Expansion. An der Basis der mediointernen Expansion liegt das relativ große mediointerne Foramen. Lateral wird die mediointerne Expansion von den für die Scyliorhiniden-Zähne typischen laterointernen Depressionen flankiert, in denen sich die beiden laterointernen Foramina befinden.

Bemerkungen: Die vorliegenden Zähne stimmen gut mit dem von HERMAN (1982) beschriebenen Material aus dem Maastrichtium von Hemmoor überein. Die von HERMAN beschriebene gelegentliche Holaulacorhizie der Wurzel konnte an den vorliegenden Zähnen nicht beobachtet werden. Bei *S. musteliformis* HERMAN, 1977 aus dem belgischen Campan sind die Kronen noch gedrungener und massiver ausgebildet, die Nebenspitzen noch weiter reduziert. Ob diese Art überhaupt zu *Scyliorhinus* gestellt werden kann, erscheint unsicher.

Scyliorhinus ? ***riegrafi*** n. sp.
Taf. 14 Fig. 2-10

Holotypus: Exemplar Nr. 001/56, Taf. 14 Fig. 3a-c
Paratypen: Exemplare Nr. 001/55, Taf. 14 Fig. 2a-c; Nr. 001/57, Taf. 14 Fig. 4a-d; Nr. 001/58, Taf. 14 Fig. 5a-d; Nr. 001/59, Taf. 14 Fig. 6a-b; Nr. 001/60, Taf. 14 Fig. 7a-b, Nr. 001/61, Taf. 14 Fig. 8a-c; Nr. 001/62, Taf. 14 Fig. 9, Nr. 001/63, Taf. 14 Fig. 10.
Locus typicus: Billerbeck 001.
Stratum typicum: Oberes Campanium, Baumberger Schichten, basaler Billerbecker Grünsandstein.
Derivatio nominis: Nach Herrn Dr. Wolfgang Riegraf, Münster.

Material: Billerbeck 001: ca. 25 Zähne, Stbr. Fark 008: 12 (Werkstein); neuer Stbr. Meyer 010: 2 (Hangende Mergel); alles Coll. MÜLLER.

Diagnose: Auf Kieferzähne begründete kleine Art der Gattung *Scyliorhinus* (hier im traditionellen Sinne gebraucht als Sammelgattung) mit folgenden Zahnmerkmalen: Anteriore und anterolaterale Zähne mit schlanker Hauptspitze und zwei Paar Nebenspitzen, wovon das äußere Paar reduziert und häufig rudimentär entwickelt ist. Parasymphysenzähne klein, mit plumper, gedrungener Hauptspitze und einem Paar Nebenspitzen. Posterolaterale und posteriore Zähne stärker labiolingual komprimiert, Hauptspitze nur noch wenig von den Nebenspitzen abgesetzt. Wurzel hemiaulacorhiz, manchmal ist eine undeutliche Holaulacorhizie angedeutet. Die Skulptur der Zahnkronen besteht aus sehr kräftigen, vertikalen Schmelzstreifen, sowohl lingual als auch labial. Die labiale Skulptur ist meist noch deutlich stärker als die linguale.

Beschreibung: Die unter dieser Art geführten Zähne sind sehr klein und erreichen in der Regel kaum mehr als 1-1, 2 mm Höhe (anterolaterale Zähne). Die Zähne aus der Symphysenregion des Oberkiefers (Taf. 14 Fig. 8) sind deutlich kleiner als die anterioren und anterolateralen Zähne (Taf. 14 Fig. 3) und lateral komprimiert. Neben der gedrungenen und relativ plumpen Hauptspitze, welche labial einen kräftigen Überhang bildet, befindet sich je ein gut abgesetztes Nebenzähnchen. Sowohl Lingual- als auch Labialfläche sind gut konvex gewölbt und tragen eine mäßig starke Skulptur aus einfachen vertikalen Schmelzstreifen. Die lateral komprimierte Wurzel zeigt eine weit nach innen vorgezogene mediointerne Expansion, an deren Top das mediointerne Foramen liegt.

Bei den wesentlich größeren anterioren und anterolateralen Zähnen sind generell neben der mehr oder weniger deutlich in distaler Richtung geneigten Hauptspitze 2 Paar Nebenspitzen vorhanden. Während die mesialen Nebenspitzen immer gut getrennt sind, können die distalen häufig eng miteinander verschmolzen sein. Auf der nur wenig gewölbten Labialfläche der Krone sind kräftige, einfache Schmelzstreifen zu erkennen, die etwa bis $^{2}/_{3}$ der Kronenhöhe reichen. Ihre Zahl schwankt auf der Hauptspitze zwischen etwa 5 und 7, sie sind basal nur ausnahmsweise verzweigt. An der labialen Kronenbasis, welche nur einen mäßig bilobaten Überhang bildet, führen die Schmelzstreifen zu einem deutlich welligen Verlauf des Kronenrandes. Die vertikale Streifung der stärker gewölbten Lingualfläche der Krone ist nur wenig schwächer als die der Labialfläche, die Zahl der Schmelzstreifen liegt in der Regel zwischen 5 und 6. Eine basale Verzweigung der Streifen wurde nicht beobachtet. Die hemiaulacorhize Wurzel zeigt den üblichen Bau: flache Basisfläche, kräftige mediointerne Expansion, flankiert von den laterointernen Depressionen. Im Winkel zwischen den beiden

Wurzelloben liegt das kleine, zentrale Foramen, auf der mediointernen Expansion das mediointerne Foramen. Die laterointernen Foramina beherbergen ein Paar kleiner laterointerner Foramina. Bei einigen Zähnen sind auf der Labialfläche der Wurzel, in der medianen Einbuchtung unter der Hauptspitze, kleine lateroexterne Foramina vorhanden.

Weiter in Richtung Komissur werden die Zähne in Relation zur Höhe immer breiter und niedriger, die der Hauptspitze benachbarten Nebenspitzen werden letzterer in der Größe annähernd gleichrangig. Außerdem verflachen sich die Zahnkronen durch zunehmende labio-linguale Kompression. Bei den posterioren Zähnen schließlich ist die Hauptspitze kaum noch von den Nebenspitzen abgesetzt.

Bemerkungen: Unter den bisher in der Literatur beschriebenen Scyliorhiniden aus der Kreide ist keine Art mit den vorliegenden Zähnen näher in Beziehung zu bringen. In der generellen Morphologie der Zahnkronen der anterioren und anterolateralen Zähne bestehen vielleicht noch die meisten Ähnlichkeiten zu *Scyliorhinus arambourgi* CAPPETTA, 1980 aus dem Cenomanium des Libanon. Dort ist jedoch die Skulptur wesentlich feiner. Das zweite distale Nebenzähnchen ist wesentlich geringer entwickelt und fehlt bei den anterioren und anterolateralen Zähnen teilweise ganz (CAPPETTA, 1980: Fig. 27A). Die Form der posterolateralen Zähne ähnelt der vieler juveniler Scyliorhiniden, z. B. *S. elongatus* (DAVIS) aus dem Santonium des Libanon (CAPETTA, 1980: Taf. 23 Fig. 3 u. 4), doch spricht die Ausbildung der Wurzel gegen die Vermutung, daß hier nur Zähne juveniler Individuen einer der oben beschriebenen Arten vorliegen, ebenso wie die anterolateralen und anterioren Zähne. Sehr ähnlich sieht jedoch die Zahnfolge in den Kiefern einiger anderer Scyliorhinidae aus, z. B. bei *Galeus arae* (NICHOLS, 1927) aus dem Atlantik (BIGELOW & SCHROEDER, 1948: Fig. 36). Es besteht der Verdacht, daß nicht alle fossilen *Scyliorhinus*-Arten tatsächlich zu dieser Gattung gehören. Vielmehr wird diese Gattung extensiv als Sammelgattung für fossile Scyliorhinidae benutzt. Leider ist die detaillierte Kenntnis der Zahnmorphologie rezenter Scyliorhinidae noch zu unzureichend, um hier weitere Überlegungen über andere mögliche Beziehungen anzustellen.

Scyliorhinus sp. aff. ***S. destombesi*** CAPPETTA, 1973
Taf. 13 Fig. 1-3

(*1973 *Scyliorhinus destombesi* CAPPETTA: 968, Taf. 1 Fig. 3-6.)

Material: Billerbeck 001: 6 Zähne (meist unvollständig), Stbr. Fark 008: 1 (Werkstein); alles Coll. MÜLLER.

Beschreibung: Die wenigen vorhandenen Zähne zeichnen sich durch eine außerordentlich massive und plumpe Form von Krone und Wurzel aus. Die bilateral-symmetrischen anterioren Zähne aus dem Symphysenbereich besitzen dicke, aber gut zugespitzte Hauptspitzen, die Basis der Hauptspitzen ist dabei etwas tonnenförmig aufgetrieben (Taf. 13 Fig. 1). Flankiert wird die Hauptspitze von einem Paar kleiner, kaum mehr als akzessorischer Nebenspitzen. Lingual bildet die Krone einen kräftigen bilobaten Überhang. Auf der Lingualfläche ziehen sich schwache, aber immer noch deutliche Schmelzstreifen von der Basis bis etwas über die Hälfte der Kronenhöhe. Sie spalten sich basal nicht auf. Lingual ist diese Skulptur noch feiner, die Schmelstreifen sind zahlreicher und kürzer.

Die außerordentlich massive Wurzel ist in zwei kurze, dicke Loben unterteilt. Sie besitzt eine ebene Basisfläche und bildet lingual eine dicke mediointerne Expansion. Zu beiden Seiten der mediointernen Expansion ist die Wurzel deutlich eingezogen, in diesen laterointernen Depressionen liegt ein Paar laterointerner Foramina. Das mediointerne Foramen liegt in einer Vertiefung auf der mediointernen Expansion, das zentrale Foramen im Winkel zwischen den beiden Wurzelloben, im Übergangsbereich Labialfläche-Basisfläche.

Die anterolateralen Zähne (Taf. 13 Fig. 2) besitzen eine schlankere Hauptspitze als die anterioren, flankiert von einem Paar hoher Nebenzähnchen. Ein weiteres Paar Nebenspitzen ist akzessorisch angedeutet, zumindest auf der mesialen Seite der Krone. Weiter in Richtung Komissur werden die Kronen niedriger und breiter, die Hauptspitze gewinnt eine zunehmende Neigung in distaler Richtung. Es sind zwei Paar Nebenspitzen ausgebildet, die auf der mesialen Seite deutlicher getrennt sind als auf der distalen. Die massive Ausbildung von Krone und Wurzel

unterscheidet diese Zähne auf den ersten Blick von den anderen im Material vertretenen *Scyliorhinus*-Zähnen.

Bemerkungen: Die generelle Morphologie der Zahnkronen und die außerordentlich massiven und plumpen Wurzeln rücken diese Zähne in die Nähe von *S. destombesi*. Unterschiede bestehen nur im geringen Umfang in der Skulpturausbildung sowie in der Form der Nebenspitzen: Die Schmelzstreifen scheinen sich bei S. *destombesi* auf der Labialseite der Krone basal häufiger und gleichmäßiger zu gabeln. Die Nebenspitzen der anterolateralen Zähne sind nicht ganz so hoch und schlank wie bei den vorliegenden Zähnen. Das campane Zahnmaterial wird vorläufig mit Vorbehalt in die Nähe der Art aus dem nordfranzösischen Oberalbium gestellt. Die relativ geringen morphologischen Differenzen zwischen den Zähnen beider Vorkommen reichen vorläufig nicht zur sauberen Abgrenzung voneinander aus. Sollte es sich um eine noch unbeschriebene Art handeln, ist mehr Material für eine vernünftige Differential-Diagnose erforderlich. Vielleicht ist eine sukzessive und geringfügige Veränderung über diesen relativ langen Zeitraum auch als evolutionärer Trend innerhalb der Art zu werten. Vorläufig fehlen jedoch zwischen beiden Vorkommen vermittelnde Funde aus der tieferen Oberkreide.

Ebenfalls sehr massive und plumpe Wurzeln (aber nicht so extrem ausgebildet) finden sich bei *S. musteliformis* HERMAN, 1977 aus dem belgischen Campanium, dessen generische Stellung ungesichert erscheint. Die Morphologie der Kronen ist jedoch deutlich verschieden. Auch bei den kleinen, aber doch massiv gebauten Zähnen von *S. germanicus* HERMAN, 1982 erreichen die Wurzeln, auch bei den anterioren Zähnen, nicht ganz diese Massivität. Hier sind die Kronen auch etwas abweichend gestaltet: Die Nebenzähnchen der lateralen und anterolateralen Zähne erreichen bei weitem nicht die kräftige und hohe Form wie im vorliegenden Material.

4.2.14. Familia **Triakidae** GRAY, 1851

Genus *Paratriakis* HERMAN, 1977
(*Palaeoscyllium* VON DER MARCK, 1863 non WAGNER, 1857: = Orectolobiformes, Jura)
Typus-Art: *Paratriakis bettrechiensis* HERMAN, 1977

Paratriakis decheni VON DER MARCK, 1863
Taf. 15 Fig. 1

v *1863 *Palaeoscyllium Decheni* VON DER MARCK: 67, Taf. 8 Fig. .
v. 1868 *Palaeoscyllium decheni*, – VON DER MARCK: 289.
v. 1873 *Palaeoscyllium decheni*, – VON DER MARCK: 65.
v 1901 *Palaeoscyllium decheni*, – WOODWARD: 343.
v 1954 *Plaaeoscyllium decheni*, – SIEGFRIED: 8, Taf. 1 Fig. 1.
1977 *Paratriakis curtirostris*, – HERMAN: 267, Taf. 12 Fig. 6.

Holotypus: Das von VON DER MARCK (1863) beschriebene Exemplar (Museum GPI MÜNSTER, Nr. 8491, Gegendruck Nr. 8492).

Material: Das komplette Exemplar in der Coll. des Museums des Geol. – Paläontol. Inst. der WWU Münster sowie zahlreiche, meist unvollständige Zähne, u. a. Billerbeck 001: ca. 17; Stbr. Fark 008: ca. 20; neuer Stbr. Meyer 010:2 (Hangende Mergel); Bosenberg (Riegraf 544a):6. Einzelfunde in allen Bereichen der Baumberger, Beckumer und Vorhelmer Schichten; alles Coll. MÜLLER. Verbreitete Art im höheren Campan.

Beschreibung: Beim Holotypus sind noch große Teile der Bezahnung erhalten. Die Zähne sitzen jedoch nicht mehr geordnet in den Kiefern, sondern haben sich schon vor der endgültigen Fossilisation gelöst und sind disloziiert (siehe Abb. 12). Trotzdem lassen sich die Verhältnisse noch einigermaßen rekonstruieren.

Eine dignathe Heterodontie ist schwach, aber merklich entwickelt. Die Zähne des Unterkiefers besitzen etwas schlankere Hauptspitzen. In der Nähe der Symphyse stehen einige Serien lateral komprimierter Zähne, die deutlich höher als breit sind, mit einer stärker aufgerichteten

Hauptspitze. Der mesiale Schneiderand der Hauptspitze ist leicht konkav eingebogen, der distale Schneiderand fällt fast senkrecht zum distalen Absatz des Kronenrumpfes ab. Letzterer bildet distal eine deutliche Ecke, welche fast die Form eines breiten, niedrigen Nebenzähnchens annimmt. Die Krone der lateralen Zähne des Oberkiefers ist deutlich breiter als hoch. Dabei ist die Hauptspitze etwas sigmoidal geschwungen und terminal deutlich aufgebogen. Das führt zu einem ebenfalls deutlich sigmoidal gebogenem Verlauf des mesialen Schneiderandes. Dieser ist an der Basis teilweise (nicht bei allen Zähnen deutlich!) schwach gekerbt. Der distale Schneiderand der Krone verläuft deutlich konvex gebogen und bildet mit dem distalen Absatz des Kronenrumpfes einen spitzen Winkel. Letzterer besitzt einen stärker konvex gebogenen Schneiderand. In Richtung Komissur werden die Zähne niedriger und die Hauptspitze ist stärker in distaler Richtung geneigt.

Die lateralen Zähne des Unterkiefers zeigen eine deutlich schlankere Hauptspitze, deren mesialer Schneiderand nicht so deutlich sigmoidal geschwungen ist wie der der Oberkieferzähne. Zudem ist die Spitze terminal nicht so deutlich aufgebogen.

Die Labialseite der Kronen, unabhängig von der Stellung in den Kiefern, ist sehr flach, die Lingualseite deutlicher konvex gewölbt. Die Hauptspitze reicht distal in keinem Fall über das distale Ende der Krone hinaus. Auf der Labialseite bildet der Schmelz der Krone basal einen mehr oder weniger deutlich ausgeprägten Absatz, zuweilen durch flache vertikale, meist verschwommen irreguläre, breite Furchen und Wülste gegliedert. Die Separation der beiden Wurzelloben ist nicht sehr weit fortgeschritten. Sie macht sich nur in einer mediobasalen Einbuchtung bemerkbar. Dazu zeigt die Labialfläche der Wurzel eine schwache mediane Depression, die von der mediobasalen Einbuchtung ausgeht. Lingual ist eine nicht sehr kräftige mediointerne Expansion entwickelt, auf der das mediointerne Foramen liegt. Die Wurzeln sind durchweg hemiaulacorhiz, Holaulacorhizie wurde nicht beobachtet.

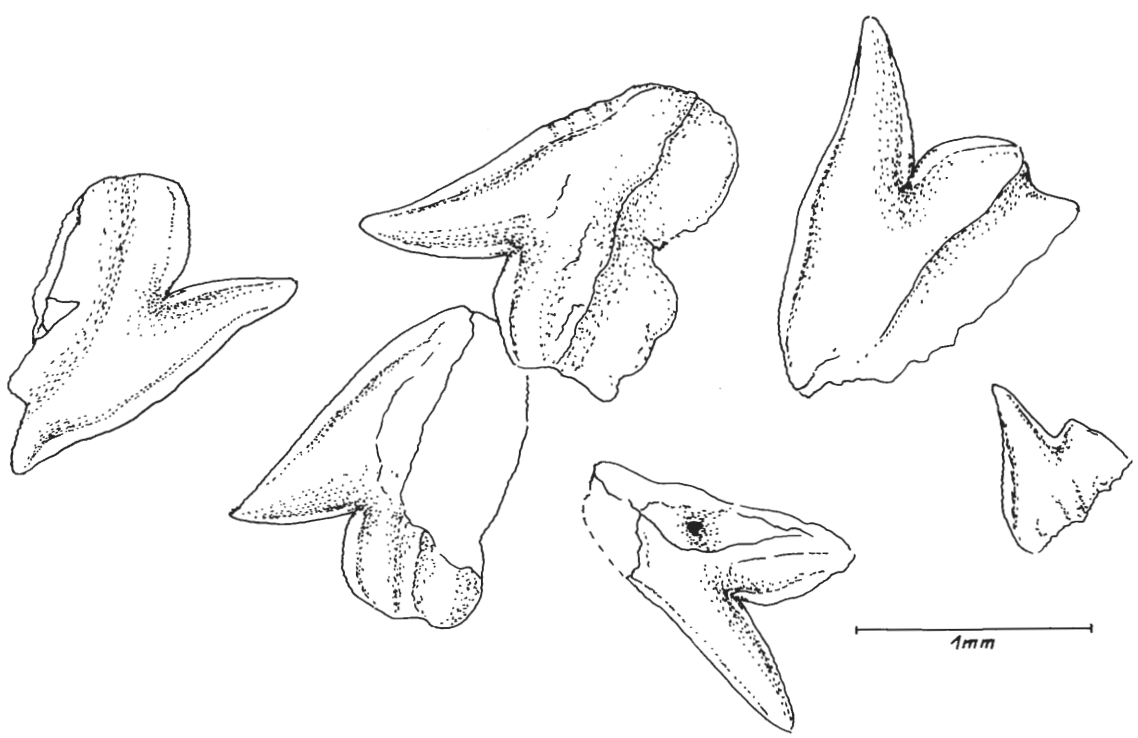


Abb. 12: Zähne aus dem Holotypus von *Paratriakis decheni* (VON DER MARCK, 1863): A: anteriorer Zahn Oberkiefer, B: laterale Zähne Oberkiefer, C: lateraler Zahn Unterkiefer.

Paratriakis sp.
Taf. 15 Fig. 2-3

1982 *Paratriakis* sp.- HERMAN: 144, Taf. 2 Fig. 7.

Material: Billerbeck 001: 10 unvollständige Zähne, Ascheberg 002: 1 kompletter Zahn + einige Fragmente; alles Coll. MÜLLER.

Beschreibung: Die Zähne unterscheiden sich von Zähnen der vorhergehend beschriebenen Art *P. decheni* konstant durch eine stärker labio-lingual komprimierte Krone mit sehr schlanker, deutlich sigmoidal geschwungener Hauptspitze, welche den distalen Kronenrumpf weit überragt. Der einzige komplett erhaltene Zahn zeigt weiterhin einen deutlicher bilobaten Verlauf des basalen Kronenrandes auf der Labialseite. Der labio-basale Absatz der Krone ist kräftig ausgeprägt und durch etwas irregulär angeordnete, vertikale Wülste und Furchen gegliedert. Die Wurzel ist hemiaulacorhiz.

Bemerkungen: Die Zähne von *P. decheni* ähneln sehr stark denen von *P. curtirostris* (DAVIS) aus dem Santonium des Libanon, die jedoch nach den Abbildungen bei CAPPETTA (1980) noch etwas gedrungenere und breitere Hauptspitzen besitzen. Die von HERMAN (1977) als *P. curtirostris* beschriebenen Zähne aus dem belgischen Campanium gehören eher zu *P. decheni*. Die Zähne von *P.* sp. schließen sich in der Kronenform eher an die von *P. bettrechiensis* HERMAN, 1977 aus dem Turonium Nordfrankreichs an, unterscheiden sich aber in einigen Punkten der Kronenmorphologie (siehe HERMAN, 1982: 144). Die Wurzel scheint nach dem wenigen Material zu urteilen durchweg hemiaulacorhiz zu sein, während sie nach HERMAN bei den Lateralzähnen der turonen Art praktisch anaulacorhiz ist. Die vorliegenden Zähne und das von HERMAN beschriebene Material aus dem Maastrichtium von Hemmoor gehören sicher zu einer noch unbeschriebenen Art. Für eine Diagnose ist jedoch mehr Material erforderlich.

Genus *Galeorhinus* BLAINVILLE, 1816
(*Eugaleus* GILL, 1864; *Galeus* WALBAUM, 1792 [ex KLEIN]; *Notogaleus* WHITLEY, 1931; *Protogaleus* MOLIN, 1860; *Pseudogaleus* JAEKEL, 1894)
Typus-Art: *Squalus galeus* LINNAEUS, 1758

Galeorhinus girardoti HERMAN, 1977

1964 *Synechodus* cf. *nerviensis*,– ALBERS & WEILER: Taf. 6 Fig. 5a-b.
*1977 *Galeorhinus girardoti* HERMAN: 268-269, Taf. 12 Fig. 7.

Material: Buldern 003: 3 Zähne, Coll. MÜLLER.

Bemerkungen: Einige unvollständige *Galeorhinus*-Zähne aus den Osterwicker Schichten von Buldern gehören zweifellos zu der von HERMAN (1977) beschriebenen Art, die auch im Vaalser Grünsand vorkommt (ALBERS & WEILER, 1964). Die Zähne lassen sich von denen der Art *Palaeogaleus havreensis* durch die geringe bis fehlende Ausbildung der labio-basalen Schmelzstreifung und das Fehlen der starken Zähnelung des mesialen Schneiderandes (vor allem bei Unterkieferzähnen) unterscheiden.

Palaeogaleus GURR, 1962
Typus-Art: *Scyllium vincenti* DAIMERIES, 1888

Palaeogaleus havreensis HERMAN, 1977
Taf. 15 Fig. 5 u. 6

*1977 Palaeogaleus havreensis HERMAN: 260-261, Taf. 12 Fig. 1.

Material: Buldern 003: 9 teilweise sehr fragmentarische Zähne, Coll. MÜLLER.

Bemerkungen: Die Zähne dieser Art sind durch eine sehr starke labio-basale Schmelzstreifung sowie kräftige Zähnelung des basalen mesialen Schneiderandes, vor allem bei den Unterkieferzähnen, gekennzeichnet. Zähne von *P. havreensis* sind bisher nur in der Ziegeleigrube Buldern gefunden worden.

Triakidae, gen. indet., sp (n. sp.)
Taf. 15 Fig 4

Material: Billerbeck 001:1 Zahn, Coll. MÜLLER.

Beschreibung: Der einzige vorliegende Zahn besitzt eine kräftige, hohe und relativ breite Hauptspitze, die stark in distale Richtung geneigt ist. Der mesiale Schneiderand bildet mit der horizontalen Achse des Zahnes einen Winkel von etwa 45 Grad und verläuft durch die geringe Aufbiegung der Spitze leicht sigmoidal. Auf der distalen Seite der Hauptspitze ist der Schneiderand deutlich konvex gebogen. Der distale Kronenabsatz ist durch einen scharfen Einschnitt von der Hauptspitze getrennt und konvex gebogen, eine deutliche Serrulation ist nicht vorhanden. Labial bildet die Kronenbasis einen kräftig erweiterten, basalen Überhang. Dabei ist ein leistenförmiger Absatz ausgebildet, von dem aus der basale Teil des Überhanges senkrecht zur Wurzel abfällt. Unterhalb des Absatzes verläuft der Schmelz der Krone deutlich und etwas irregulär wellig.

Die holaulacorhize Wurzel ist in einen breiteren distalen und einen kürzeren mesialen Lobus unterteilt, getrennt durch eine gut ausgeprägte Nährfurche mit zentralem Foramen. Unterhalb der Krone bildet die Lingualfläche ein relativ schmales Band und springt mit der mediointernen Expansion weit in linguale Richtung hervor. Zu beiden Seiten der mediointernen Expansion dagegen sind die Lingualfläche der Wurzel und der basale Teil der Krone deutlich eingesenkt. Die Basalfläche der Wurzel ist völlig eben, die Labialfläche außerordentlich schmal und vom stark entwickelten labialen Kronenüberhang zum größten Teil verdeckt.

Bemerkungen: In den Grundzügen der Morphologie stimmt der Zahn am besten mit Triakidae-Zähnen überein. Er paßt jedoch zu keiner der bisher aus der Kreide beschriebenen Triakidae-Arten. Zähne von *Palaeogaleus*- oder *Galeorhinus*-Arten besitzen eine völlig andere Morphologie der Zahnkronen. Die Zähne der *Paratriakis*-Arten sind morphologisch schon ähnlicher, besitzen aber durchweg als „primitives" Merkmal noch anaulacorhize oder hemiaulacorhize Wurzeln. *P. decheni* und *P. bettrechiensis* HERMAN, 1977 zeigen auch einen abweichenden Bau der Kronen, mit sehr schlanker Hauptspitze. Von der Kronenmorphologie her ähnlicher sind die Zähne von *P. curtirostris* (DAVIS, 1887) aus dem Santonium des Libanon, welche jedoch hemiaulacorhize Wurzeln besitzen. Es handelt sich sicher um einen Zahn einer noch unbeschriebenen Art und vielleicht auch Gattung, die sich aus *Paratriakis* ableiten läßt durch Erwerb einer holaulacorhizen Wurzel der Zähne. Für eine sichere Diagnose ist mehr Material erforderlich, daher erfolgt die Beschreibung vorläufig in offener Nomenklatur.

4.2.15. Familia **Rhinobatidae** MÜLLER & HENLE, 1838

Rhinobatos LINCK, 1790
Typus-Art: *Raja rhinobatos* LINNAEUS, 1758

Rhinobatos tesselatus VON DER MARCK, 1894
Taf. 16 Fig. 2-3

v *1894 *Rhinobatos tesselatus* VON DER MARCK: 42, Taf. 5 Fig. 1.
v. 1924 *Rhinobatos tesselatus*, – HOLLSTEIN: 114-116
v. 1954 *Rhinobatus tesselatus*, – SIEGFRIED: 9, Taf. 1 Fig. 3 u. 4.

Holotypus: Exemplar Nr. A1 Coll. Museum des Geol.-Paläontol. Inst. der WWU Münster.

Material: Holotypus und Hypotypoid (Nr. A2 – Mat. zu HOLLSTEIN, 1924), beide Museum des Geol.-Paläontol. Inst. der WWU Münster. Hinzu kommen folgende isoliert gefundene Zähne: Ascheberg 002: 2 Zähne; Billerbeck 001: 3; Buldern 003: 2; alles Coll. MÜLLER.

Beschreibung: Die Zähne sind sehr klein und erreichen nicht 1mm Breite. Die Krone besitzt einen gerundet rhombischen Umriß und wird durch den gut entwickelten Transversalgrat in eine schräg abfallende, deutlich konvex gewölbte Labialfläche und eine steil abfallende Lingualfläche unterteilt. Der Transversalgrat erhebt sich in der Mitte zu einer angedeuteten, stumpfen Spitze, welche bei abgenutzten Zähnen nicht mehr so deutlich ist. Labial- und Lingualfläche der Zähne sind immer völlig glatt. Der labiale Rand der Krone verläuft gleichmäßig konvex gebogen zwischen der mesialen und distalen lateralen Ecke der Krone. Der linguale Rand hingegen ist median etwas ausgezogen, als mediointerner Schmelzlobus, wie er für Rhinobatidae-Zähne charakteristisch ist. Vom mediointernen Schmelzlobus verlaufen die Ränder deutlich konkav eingebuchtet zu den lateralen Ecken der Krone. Tiefe Einschnitte, welche die bei vielen Rhinobatidae-Zähnen typischen laterointernen Schmelzloben markieren, fehlen jedoch.

Auf der Unterseite der Krone ist der Schmelzrand labial weit nach innen umgeschlagen und bildet ein relativ breites labiales Visier, an der labialen Ecke deutlich verdickt. In Seitenansicht bildet die Krone hier einen starken labialen Überhang über die Wurzel.

Die bilobate Wurzel selbst ist schräg in linguale Richtung geneigt und erreicht nicht ganz die Höhe der Krone. Sie besitzt eine ebene, etwa rhombische Basisfläche, median geteilt durch die tiefe Nährfurche. Lingual bildet die Wurzel eine mediointerne Expansion, lateral begleitet von den laterointernen Depressionen. In diesen liegt das Paar lateroinnerer Foramina, welche klein bleiben und nicht immer deutlich zu erkennen sind.

Bemerkungen: Am Hypotypus konnten die Zähne der Art in situ beobachtet werden. Sie entsprechen den hier beschriebenen Zähnen. Eine eingehendere Beschreibung des Typusmaterials ist vorgesehen.

Rhinobatos sp.
Taf. 16 Fig. 1 u. 4

Material: Ascheberg 002: 1 Zahn; Billerbeck 001: 12; Buldern 003: 3; alles Coll. MÜLLER.

Beschreibung: Im Zahnmaterial vor allem von Billerbeck und Buldern sind neben den Zähnen von *Rhinobatos tesselatus* noch Zähne einer anderen Art enthalten. Die vorläufig als *R.* sp. bezeichneten Zähne zeichnen sich durch einen gut entwickelten mediointernen Kronenfortsatz aus, der flankiert wird von zwei lateroinnern Kronenfortsätzen. Diese sind vom medianen Kronenfortsatz durch scharfe Einschnitte (Verlängerung der lateralen Depressionen der lingualen Wurzelfläche) getrennt. In den Einschnitten liegen auch die weit nach oben gerückten lateroinnern Foramina.

Bemerkungen: Dem Typus *Rhinobatos* sp. entsprechende Zähne finden sich bei diversen *Rhinobatos*-Arten der Oberkreide, z.B. *R. grandis* (DAVIS, 1887), *R. primaramatus grandis* (WOODWARD, 1889) und *R. tenuirostris* (DAVIS, 1887) aus der libanesischen Oberkreide. Die genannten Arten sind aber in einigen morphologischen Details deutlich von den vorliegenden verschieden. Gleiches trifft zu für *Rhinobatos casieri* HERMAN, 1977 aus dem belgischen Campanium und *R.* sp. (HERMAN, 1977) aus dem Maastrichtium von Limburg. Auch der von HERMAN (1982) als *R.* sp. beschriebene Zahn aus dem Maastrichtium von Hemmoor ist mit den vorliegenden Zähnen nicht identisch.

Dem Typus *Rhinobatos tesselatus* entsprechende Zähne finden sich unter anderem bei *R. latus* (DAVIS, 1887), *R. maronita* (PICTET & HUMBERT, 1866) und *R. hakelensis* CAPPETTA, 1980 aus der libanesischen Oberkreide (vergl. CAPPETTA, 1980), wobei die der obersantonen Art *R. latus* den Zähnen von *R. tesselatus* sehr nahe kommen. Die Bestimmung von isolierten *Rhinobatos*-Zähnen ist nicht unproblematisch und eine Benennung erst dann sinnvoll, wenn genügend Material zur Verfügung steht und direkte Vergleiche mit den Zähnen aus den Komplettfunden möglich sind.

Rhombopterygia CAPPETTA, 1980
Typus-Art: *Rhombopterygia rajoides* CAPPETTA, 1980

Rhombopterygia ? sp.
Taf. 16 Fig 6 u. 7

Material: Billerbeck 001: 2 Zähne, Coll. MÜLLER.

Beschreibung: Einige Rhinobatidae-Zähne von Billerbeck unterscheiden sich von den anderen hier beschriebenen *Rhinobatos*-Zähnen durch eine sehr starke mesodistale Verbreiterung. Die mesodistale Erstreckung der Zahnkrone erreicht fast das Doppelte der labio-lingualen. Von der mesialen Ecke zieht sich ein gut markierter Mesodistalgrat zur distalen Ecke, mit einer nur mäßig ausgebildeten medianen Erhebung. Vom Mesodistalgrat fällt die Labialfläche der Krone schräg und leicht gewölbt zum Labialrand ab. Dieser ist etwas abgestutzt und leicht konkav eingebogen, dabei auf der Unterseite des ziemlich kräftigen labialen Überhanges etwas verdickt. Die Lingualseite der Krone fällt sehr steil vom Mesodistalgrat zur Wurzel ab. Sie bildet median einen kräftigen linguo-basalen Schmelzfortsatz, welcher ohne deutliche Einschnitte zu den lateralen Bereichen der Lingualfläche übergeht.

Der Bau der Wurzel zeigt den üblichen *Rhinobatos*-Charakter mit zwei durch eine scharfe und tiefe mediane Nährfurche getrennten Loben, die einen etwa dreieckigen Umriß besitzen. In der Nährfurche liegt ein zentrales Foramen. Lingual bildet die Wurzel eine gut ausgeprägte mediointerne Expansion, auf beiden Seiten flankiert von lateralen Depressionen. In den Depressionen befindet sich jeweils ein laterointernes Foramen.

Bemerkungen: Die Zähne mit ihrer starken mesodistalen Verbreiterung und ihrer im Verhältnis zur Zahngröße niedrigen Wurzel sind am besten vergleichbar mit denen von *Rhombopterygia rajoides* CAPPETTA, 1980 aus dem libanesischen Cenomanium, der bislang einzigen beschriebenen *Rhombopterygia*-Art. In Einzelheiten der Morphologie der Krone (vergl. CAPPETTA, 1980b: Taf. 17) sind jedoch deutliche Unterschiede festzustellen, wobei die mehr lateralen Zähne von *R. rajoides* den vorliegenden Zähnen ähnlicher sind als die anterioren bis anterolateralen (Ausbildung des labio-basalen Schmelzfortsatzes und der Lingualfläche der Krone überhaupt). Die vorliegenden Zähne sind auch noch breiter und labio-lingual noch stärker komprimiert. Vermutlich handelt es sich um Zähne einer noch unbeschriebenen Art, die entweder zu *Rhombopterygia* zu stellen ist oder einer eng verwandten Gattung. Da nur sehr wenig Material zur Verfügung steht, erfolgt die Beschreibung vorläufig in offener Nomenklatur.

Rhinobatidae, gen. et sp. indet.
Taf. 16 Fig. 5, Taf. 17 Fig. 9

Material: Billerbeck 001: 4 Zähne, Coll. MÜLLER.

Bemerkungen: Einige Zahnkronen dokumentieren einen mesodistal deutlich verbreiterten Zahntyp mit kräftigem linguo-basalen Kronenfortsatz. Charakteristisch ist eine mehr oder weniger feine und deutliche transversale Schmelzstreifung sowohl der lingualen als auch der labialen Kronenbasis. Die Wurzel ist bei keinem Exemplar erhalten. Ähnliche Verhältnisse sind an den Zähnen von *Rhinobatos intermedius* (DAVIS, 1887) aus dem oberen Santonium von Sahel Alma (Libanon) festzustellen (siehe CAPPETTA, 1980b: Taf. 7). Auch bei *Squatirhina*-Zähnen lassen sich solche basalen Schmelzstreifen beobachten. Die lateralen bis posterolateralen Zähne dieser Gattung besitzen eine vergleichbare Kronenform. Solange die Wurzel der Zähne jedoch unbekannt ist, ist auch eine nähere Bestimmung kaum möglich.

4.2.16. Familia **Sclerorhynchidae** CAPPETTA, 1974

Genus *Micropristis* CAPPETTA, 1980
Typus-Art: *Sclerorhynchus solomonis* HAY, 1903

Micropristis ? sp.
Taf. 17 Fig. 7

Material: Billerbeck 001:1 Zahn, Coll. MÜLLER.

Beschreibung: Sclerorhynchidae-Zähne sind im gesamten Material außerordentlich spärlich vertreten, vermutlich aus faziellen Gründen. Dabei handelt es sich um Zähne, die keinem bekannten Taxon zuzuordnen sind und das Vorkommen bisher noch unbeschriebener Arten anzeigen.

In Taf. 17 Fig. 7 ist ein rostraler Zahn abgebildet. Er besitzt eine in labio-lingualer Richtung bilateral-symmetrische Krone von fast tropfenförmigem Umriß, mit deutlich ausgezogener Spitze. Eine Skulptur ist auf der Labialfläche nicht entwickelt. Die Labialfläche fällt schräg ab und bildet mit der horizontalen Achse des Zahnes einen Winkel von etwa 45 Grad. Die schmalere Lingualfläche hingegen fällt fast genau senkrecht zur Wurzel ab. Labial bildet die Krone einen kräftigen Überhang. Lingual reicht die Krone nicht so weit nach unten wie labial, der Verlauf der Kronenbasis ist in Lateralansicht ähnlich schräg wie der der Labialfläche.

Die Krone steht auf einer relativ gedrungenen und für Rostralzähne nur mäßig hohen Wurzel, welche sich zur Basis deutlich verbreitert, vor allem in lingualer Richtung. Die Oberfläche der Wurzel zeigt labial, lingual und lateral einige breite, flache und zum Teil etwas verschwommene vertikale Furchen und Leisten. Die Basisfläche ist nahezu völlig eben.

Bemerkungen: Der Zahn gehört zweifellos zu einem Vertreter der Familie Sclerorhynchidae. Vergleicht man die bisher beschriebenen Taxa dieser Gruppe, so paßt das vorliegende Material zu keinem. Die meisten Beziehungen ergeben sich noch zur Rostral-Zähnen der Gattungen *Libanopristis* CAPPETTA, 1980 (*L. hiram* [HAY, 1903], Cenomanium, Libanon) und *Micropristis* CAPPETTA, 1980 (*M. solomonis* [HAY, 1903], Cenomanium, Libanon; *M. germaniae* [WEILER, 1964], Vaalser Grünsand, U. Campanium), doch sind zu den Zähnen der hier genannten Taxa so große morphologische Unterschiede zu verzeichnen, daß eine direkte Zuordnung zu einer der Gattungen nicht in Frage kommt. Weitere Funde sind erforderlich, um die vorliegende Art besser definieren zu können.

Sclerorhynchidae ?, gen. et sp. indet.
Taf. 17 Fig. 8

Material: Billerbeck 001:1 Zahn, Coll. MÜLLER.

Beschreibung: Ein nicht ganz vollständiger Zahn von Billerbeck mit einem asymmetrischen Bau von Krone und vor allem Wurzel ist im Moment nicht näher zu bestimmen. Die Krone wird von einem scharfen Transveralgrat mit irregulärer, niedriger Serrulation beherrscht. Dieser verläuft schräg und ist auf der mesialen Seite der Krone am höchsten. Lingual läuft die Krone in einem breiten, kurzen linguo-basalen Schmelzlobus aus. Die Wurzel ist völlig abnormal gestaltet. Sie zerfällt in einen kürzeren, dicken (hier beschädigten) mesialen Lobus und einen längeren, sehr schmalen distalen Lobus. Anzeichen einer medianen Nährfurche sind nicht zu erkennen. Die mediointerne Expansion der Wurzel ist deutlich in mesiale Richtung verschoben und liegt nicht mehr exakt median. In den begleitenden lateralen Depressionen liegt ein inneres Paar laterointerner Foramina, ein weiteres ist auf der distalen Seite der Lingualfläche zu erkennen. Vermutlich war ein zweites Paar laterointerner Foramina ausgebildet, nur ist das mesiale erhaltungsbedingt nicht mehr nachweisbar. Auf der Labialseite ist ein Paar eng zusammenstehender lateroexterner Foramina vorhanden.

Bemerkungen: Die gesamte Zahnform ist am ehesten noch von der bestimmter Sclerorhynchidae abzuleiten oder der in ihrer systematischen Stellung unsicheren Gattung *Ptychotrygon* JAEKEL, 1894. Allerdings ist der Zahn in einigen Merkmalen so isoliert, daß eine unbedenkliche Zuordnung unmöglich ist. Es könnte sich um einen pathologisch anomalen Zahn einer der genannten Gruppen handeln, sofern nicht neue Funde diese Zahnform als weiter verbreitet erweisen. Dann würde es sich auf jeden Fall um eine bisher noch unbekannte und unbeschriebene Form handeln.

4.2.17. Isolierte Placoidschuppen

Wegen der problematischen und beim heutigen Kenntnisstand häufig unmöglichen Bestimmbarkeit von isolierten Placoidschuppen sollen diese in einem eigenen Kapitel behandelt werden. Eine spezifische Bestimmung ist nur in solchen Fällen möglich, wo Vergleichsmaterial, gewonnen von Individuen in wenigstens teilweise erhaltenen Skeletten, zur Verfügung steht. Dies ist vor allem bei den Selachiern aus der Oberkreide des Libanon der Fall (CAPPETTA, 1980) sowie bei den wenigen aus dem westfälischen Campanium bekannten Taxa in Körpererhaltung. Die Placoidschuppen werden deshalb hier als Morphotypen vorgestellt und nummeriert. Wo möglich, wird auf die Herkunft der Schuppen verwiesen. Die Bestimmung der Placoidschuppen wird jedoch nicht nur durch das Fehlen von comparablem Material erschwert, sondern auch durch die bisher nur teilweise bekannten morphologischen Veränderungen im Laufe des Wachstums. Von REIF (div. Arbeiten) ist dies zwar für einige rezente und fossile Taxa exemplarisch analysiert worden, doch fehlen für viele Gattungen immer noch differenziertere Untersuchungen zur Morphogenese der Placoidschuppen. Wegen der im Verhältnis zu den Zähnen weitaus größeren Häufigkeit von Placoidschuppen in vielen Sedimenten bietet sich hier noch ein weitgehend ungenutztes Potential zur Analyse fossiler Selachierfaunen.

Die partiell große Häufigkeit von Placoidschuppen eröffnet auch die Möglichkeit, diese für biostratigraphische Zwecke zu nutzen. Dabei ist es nicht unbedingt erforderlich, die Schuppen exakt zu bestimmen. In diesem speziellen Fall kann man die derzeit noch bestehenden Schwierigkeiten in der Bestimmung umgehen und sich einstweilen mit einer Parataxonomie rein nach morphologischen Gesichtspunkten behelfen. Für einige Deep-Sea-Drillings ist dies beispielsweise von DOYLE & RIEDEL (div.Arb., siehe Lit.-Verz.) mit einigem Erfolg versucht worden. Da viele pelagische Selachier Kosmopoliten sind und sich relativ schnell global ausbreiten, ergeben sich hier noch gute Chancen für überregionale stratigraphische Vergleiche. Die starke Entfaltung der Neoselachier in der Kreide mit Herausbildung zahlreicher, teilweise kurzlebiger Taxa schafft für eine relativ enge Zonierung günstige Voraussetzungen. Diesem Aspekt sollte in Zukunft mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden. Die paläontologische Bearbeitung von Placoidschuppen unter diesem Aspekt ist derzeit noch nicht über erste Anfänge hinausgekommen. Für die biostratigraphische Nutzung von Placoidschuppen sind noch die Grundlagen zu schaffen.

In dieser Arbeit ist es aus Platzgründen nicht möglich, die Fülle von Placoidschuppen extensiv zu beschreiben. Dies wäre allein schon Thema einer umfangreicheren Arbeit. Vielmehr werden nur einige wichtige und häufige Typen herausgegriffen aus einem Material, welches mehrere 1000 Schuppen umfaßt. Dieses Thema soll später in weiteren Untersuchungen noch eingehender behandelt werden. Nachfolgend werden ca. 30 Morphotypen kurz beschrieben. Eine quantitative Erfassung des Schuppen-Materials erfolgte bisher nicht.

Typ 1 (Taf. 17 Fig. 1 u. 2):

Lanzettförmige, schräg gestellte Krone, anterior gerundet, posterior mehr oder weniger spitz ausgezogen. Auf der Kronenoberfläche ist eine schmale mediane Längsrippe entwickelt, flankiert von ein bis zwei Paar divergierender, dünner lateraler Rippen, die weit nach hinten reichen. Basis deutlich schmaler als Krone, rhombisch und relativ hoch. Dieser Typ ähnelt sehr stark den Schuppen von *Pararhincodon lehmani* aus dem Cenomanium des Libanon (CAPPETTA, 1980) und stammt sicher von einer der beiden im westfälischen Campanium nachgewiesenen *Pararhincodon*-Arten.

Typ 2 (Taf. 17 Fig. 3a-c):

Krone und Basis generell ähnlich gestaltet wie bei Typ 1, doch sind die Rippen wesentlich kürzer und teilweise auch dicker. Auch dieser Typ könnte von *Pararhincodon* stammen, doch sind bei *Scyliorhinus* ähnliche Schuppen zu finden (z. B. *S. elongatus* [DAVIS, 1887] aus dem libanesischen Santonium – CAPPETTA, 1980).

Typ 3 (Taf. Taf. 17 Fig. 4):

Krone lanzettförmig im Umriß, Mitte ohne Rippen, lateral sind zwei bis drei Paar dünner Rippen vorhanden. Am anterioren Rand der Krone ist eine feine, aber deutliche Facettierung zu erkennen. Basis kräftig, rhombisch im Umriß, mit einem deutlichen zentralen Foramen.

Typ 4 (Taf. 17 Fig. 5):

Bei diesem Typ steht die Krone sehr schräg zur Basis und trägt eine mediane sowie ein Paar lateraler, dünner Rippen. Posterior läuft die Krone in drei kurzen, breiten Spitzen aus, die mit den Rippen korrespondieren. Basis dick, hoch, mit einem Basalforamen sowie mehreren laterobasalen Foramina.

Typ 5 (Taf. 17 Fig. 6a-b):

Die Krone steht fast horizontal auf der Basis und besitzt einen etwas abgerundet rhombischen Umriß. Auf der Oberfläche sind eine mediane sowie zwei bis drei Paar kräftige laterale Rippen vorhanden, die posterior zu einer kurzen Spitze zusammenlaufen. Die Basis ist etwas enger und höher als die Krone, abgerundet säulenförmig.

Typ 6 (Taf. 18 Fig. 1a-c, 2a-c):

Krone relativ hoch, deutlich in posteriore Richtung gebogen, von etwas unregelmäßig länglich-hexagonalem Umriß. Die Oberfläche trägt eine sehr starke mediane und ein bis zwei Paar kräftige laterale Rippen, die fast bis zum posterioren Rand reichen. Dieser ist mehr oder weniger deutlich gezackt. Die Basis ist sehr niedrig, rhombisch und etwas enger als die Krone, mit einem deutlichen Basalforamen. Vergleichbare Placoidschuppen kommen bei *Centrophoroides latidens* DAVIS aus dem libanesischen Santonium vor (CAPPETTA, 1980). Die Gattung ist auch im vorliegenden Material vertreten, die Schuppen konnen auf *C. appendiculatus* (AGASSIZ) bezogen werden.

Typ 7 (Taf. 18 Fig. 3a-c):

Dieser Typ ähnelt dem vorhergehend beschriebenen, die Rippen sind zu starken Leisten weiterentwickelt und die Mittelleiste spaltet sich anterior auf. Auffallend ist eine deutliche Zähnelung der Ränder der Krone (mit Ausnahme des anterioren Randes), wie sie bei keinem anderen Typ auftritt. Basis mäßig hoch, rhombisch im Umriß, Basisfläche verbreitert, mit einem medianen Foramen.

Typ 8 (Taf. 18 Fig. 4):

Gleichmäßig rhombische Kronen mit einer Mittelleiste und zwei Paar lateralen Leisten, die nach hinten nicht über die Mitte der Krone reichen. Die Basis ist relativ niedrig, dabei stark verbreitert (breiter als Krone).

Typ 9 (Taf. 18 Fig. 5):

Die Krone dieses Typs besitzt einen abgerundet rechteckigen Umriß mit gewölbter, glatter Oberfläche. Die schmalen Rippen bleiben kurz und nur auf die Randbereiche beschränkt. Basis enger als Krone. Dieser Typus kommt bei *Scapanorhynchus* vor, z. B. *S. lewisii* (DAVIS) aus der libanesischen Oberkreide (CAPPETTA, 1980: Taf. 12 fig. 2). Diese Gattung ist nach Kieferzähnen ebenfalls im vorhandenen Material vertreten, so daß diese Placoidschuppen sicher zu *Scapanorhynchus* zu stellen sind.

Typ 10 (Taf. 18 Fig. 6 u. 7):

Diese Schuppen ähneln Typ 9, sind jedoch mehr abgerundet rhombisch im Umriß. Es dürfte sich hierbei um Varianten handeln, deren Form von der Position auf der Körperfläche des Trägers abhängt. Sie dürften ebenfalls zu *Scapanorhynchus* zu stellen sein.

Typ 11 (Taf. 18 Fig. 8a-c):

Krone rhombisch im Umriß, mit deutlich ausgezogner posteriorer Spitze. Die Kronenoberfläche liegt annähernd horiontal zur Basis und trägt eine lange, schmale Mittelleiste sowie ein bis zwei Paar lateraler Leisten. Basis rhombisch im Umriß, kürzer und breiter als Krone, mit ebener Basalfläche, die ein zentrales Foramen trägt. Ähnlich sind die Placoidschuppen von Hemiscylliidae, z. B. *Almascyllium* aus der libanesischen Oberkreide (CAPPETTA, 1980: Taf. 16 Fig. 3).

Typ 12 (Taf. 18 Fig. 9a-c):

Bei diesem Typ zeigt die Krone eine breite Mittelleiste, welche median eingesenkt ist und von einem Paar kräftiger randlicher Leisten begleitet wird. Die Leisten laufen posterior in dreieckigen Zacken aus. Basis breit rhombisch im Umriß, wesentlich kürzer als die Krone.

Typ 13 (Taf. 18 Fig. 10)

Auf der etwa lanzettförmigen Krone wird eine schmale mediane Leiste von zwei Paar lateralen Leisten flankiert, die nicht bis zum posterioren Rand reichen. Die Basis ist sehr kurz, breit rhombisch im Umriß, basal deutlich verbreitert. Sie wird in posteriorer Richtung weit von der Krone überragt.

Typ 14 (Taf. 18 Fig. 11 u. 12)

Dieser sehr variable Typ zeigt eine einfache, rundliche bis etwa lanzettförmige, glatte Krone. Die Basis ist hoch bis sehr hoch und besitzt ein Paar lateraler Foramina.

Typ 15 (Taf. 18 Fig. 13a-c):

Hier findet sich eine sehr schmal lanzettförmige Krone, welche von einer kräftigen, bifiden Rippe überquert wird. Von dieser medianen Rippe verlaufen kurz hinter der Mitte zwei Transversalwülste zu den lateralen Ecken. Die Wurzel ist schmal rhombisch im Umriß und etwa halb so lang wie die Krone. Die Basisfläche trägt ein großes Foramen.

Typ 16 (Taf. 19 Fig. 1 u. 2):

Dieser Typ zeichnet sich aus durch eine Krone mit einem Paar medianer, schmaler Leisten sowie ein bis zwei Paar schmaler lateraler Leisten. Die Leisten reichen vom anterioren zum posterioren Rand. Der posteriore Rand besitzt eine lange mediane Spitze, lateral flankiert von zwei kurzen, mehr oder weniger deutlich entwickelten Ecken. Der anteriore Rand zeigt eine deutliche, ziemlich gleichmäßige Facettierung. Basis im Umriß rhombisch, deutlich kürzer als Krone und etwas schmaler als diese.

Typ 17 (Taf. 19 Fig. 3 u. 4)

Hier zeigt die Krone einen gleichmäßig rhombischen Umriß, auf ihrer Oberfläche ziehen sich drei bis vier Paar schmale Leisten bis höchstens zur Mitte. Am anterioren Rand ist die gleiche Facettierung wie bei Typ 16 entwickelt.Die Basis ist wesentlich kürzer als die Krone und meist etwas schmaler. Sie besitzt einen rhombischen Umriß mit planer Basalfläche.

Typ 18 (Taf. 19 Fig. 5a-c u. 6a-c):

Dieser Typ ist in seiner Morphologie ähnlich wie Typ 17 gestaltet, besitzt jedoch zahlreiche, kräftigere und längere Leisten, die teilweise bis kurz vor den posterioren Rand reichen. Die anteriore Facettierung ist ebenfalls vorhanden. Die plane Basisfläche der rhombischen Basis trägt ein kleines zentrales Foramen.

Typ 19 (Taf. 19 Fig. 7-8):

Die rhombischen Kronen dieses Morphotyps sind mehr oder weniger langgezogen und werden von etwa 5-8 langen Leisten überquert, die teilweise bis an den posterioren Rand reichen. Eine

anteriore Facettierung ist nicht entwickelt. Basis rhombisch, wesentlich kürzer und nur wenig schmaler als Krone, mit ebener Basisfläche. Diese trägt ein zentrales Foramen.

Typ 20 (Taf. 19 Fig. 9a-c):

Kronen relativ hoch, kurz und breit, im Umriß mehr oder weniger deutlich abgerundet rhombisch. Die kräftige Medianleiste ist sehr breit und median vertieft, sie wird begleitet von einem Paar sehr weit randlich liegender lateraler Leisten. Basis deutlich breiter als lang, rhombisch im Umriß und basal noch verbreitert. Basisfläche annähernd plan, mit sehr kleinem zentralen Foramen. An den Flanken der Basis sind ebenfalls ein bis zwei Paar lateraler Foramina zu erkennen.

Typ 21 (Taf. 19 Fig. 10a-c, 11a-b):

Dieser Typ ähnelt stark Typ 20, die mediane Leiste der Kronenoberfläche ist jedoch nicht so breit und nur anterior eingetieft. Der ebenfalls ähnlich gestalteten Basis fehlen die lateralen Foramina.

Typ 22 (Taf. 20 Fig. 1a-b u. 2a-b)

Krone annähernd pfeilspitzenförmig, mit starker, abgerundeter Medianleiste, welche anterior weit vorspringt und hier durch ein bis zwei Furchen oberflächlich aufgegliedert ist. Die lateralen Ränder können teilweise leistenartig verdickt sein. Auf der Basis finden die Depressionen zu beiden Seiten der medianen Leiste der Krone eine Fortsetzung und klingen erst kurz über der Basisfläche ab. Der Umriß der Basis ist rhombisch, nach vorn etwas verlängert. Auf der ebenen Basalfläche liegt ein kleines zentrales Foramen, an den Flanken der Basis können weitere laterale Foramina entwickelt sein. Dieser Typ stimmt überein mit den Placoidschuppen rezenter *Squalus*-Arten (BIGELOW & SCHROEDER, 1948) und läßt sich auf *Squalus vondermarcki* MÜLLER & SCHÖLLMANN beziehen. Bei *Rhinobatos* kommen vergleichbare Schuppen vor, doch sind hier die Kronen umgekehrt orientiert.

Typ 23 (Taf. 20 Fig. 3-10):

Dieser morphologisch recht vielgestaltige Typ kommt im Material sehr häufig vor. Die Kronen sind lanzettförmig, posterior mehr oder weniger deutlich spitz ausgezogen und stehen mehr oder weniger weit über den posterioren Rand der Basis über. Kennzeichnend ist eine scharfe, aber schmale Medianleiste, welche vom anterioren zum posterioren Rand reicht. Die Seitenränder sind ebenfalls meist deutlich leistenartig aufgebogen. Bei allen Schuppen dieses Typs ist an der Kronenbasis ein Gürtel mit deutlicher Facettierung entwickelt. Die Basis ist in der Regel kürzer, aber breiter als die Krone, wobei diese sehr variablen Verhältnisse von der Position der Schuppen auf der Körperoberfläche des Trägers abhängen. Auf der etwas gewölbten Basisfläche befindet sich ein meist kräftiges zentrales Foramen. Schuppen dieses Typs sind von CAPPETTA (1980) von *Cretascymnus adonis* (SIGNEUX) aus der libanesischen Oberkreide beschrieben worden. In unserem Falle gehören sie sicher zu *Cretascymnus westfalicus* MÜLLER & SCHÖLLMANN, einer sehr häufigen und charakteristischen Art im westfälischen Obercampan. Die Häufigkeit der Schuppen korreliert sehr gut mit der Häufigkeit von Kieferzähnen.

Typ 24 (Taf. 20 Fig. 11a-c u. 12a-c):

Typ 24 zeichnet sich durch tropfenförmige, schräg zur Basalfläche stehende Kronen aus, deren anteriorer Rand gleichmäßig gerundet und deren posteriorer Rand zu einer scharfen Spitze ausgezogen ist. Die Kronenoberfläche trägt drei bis fünf kräftige Leisten, die nicht ganz den posterioren Rand erreichen, sie konvergieren zur posterioren Spitze. Die Basis ist relativ hoch, die Basisfläche dabei deutlich verbreitert und von unregelmäßig rhombischem Umriß. Auf der Basisfläche liegt ein relativ großes, subzentrales Foramen.

Typ 25 (Taf. 20 Fig. 13a-c):

Dieser Morphotyp entspricht im allgemeinen Typ 24, den Kronen fehlt jedoch die Skulptur der kräftigen Leisten.

Typ 26 (Taf. 20 Fig. 14a-c):

Kronen glatt, abgerundet trigonal im Umriß und sehr einfach gestaltet. Die Basis ist etwas kürzer und kaum breiter als die Krone, sie zeigt etwa den gleichen Umriß. Basisfläche leicht gewölbt, mit großem, annähernd zentralem Foramen. Placoidschuppen dieses Typs finden sich rezent bei *Centroscymnus*-Arten, z. B. *Centroscymnus coelolepis* (siehe BIEGELOW & SCHROEDER, 1948). Sie können im vorliegenden Material auf *C. supracretaceus* MÜLLER & SCHÖLLMANN bezogen werden.

Typ 27 (Taf. 20 Fig. 15a-b):

Hier handelt es sich um einen sehr einfach gestalteten Typ mit länglich-ovaler Krone und Basis. Die Ränder der Krone (mit Ausnahme des anterioren Randes) sind gewellt, die Oberfläche der Krone bleibt völlig glatt. Basisfläche etwas gewölbt, mit zentralem Foramen.

Typ 28: (Taf. 21 Fig. 1a-b, 2a-b, 7a-c):

Placoidschuppen dieses Typs zeichnen sich durch eine sehr variable Gestaltung im Umriß aus, gehören aber durch einige gemeinsame Merkmale zusammen. Die Krone ist immer wesentlich kleiner als die niedrige, breite Basis, Sie besitzt einen mehr oder weniger unregelmäßig rhombischen Umriß und zeigt kräftige Leisten in unterschiedlicher Zahl und Anordnung. Die Zwischenräume zwischen den Leisten laufen am anterioren Rand in flachen, breiten Eindellungen aus. Basisfläche gewölbt, mit relativ großem, etwa subzentral liegenden Foramen. Zuweilen sind auf den Seitenflächen der Basis laterale Foramina entwickelt.

Typ 29 (Taf. 21 Fig. 3-5):

Auch dieser Typ ist recht variabel in der Skulptur der Oberfläche der Krone und es ist nicht sicher, ob es sich um Schuppen verschiedener Körperposition einer Art handelt. Auf der anderen Seite besteht so viel Übereinstimmung im grundsätzlichen Bau, daß diese Schuppen hier zu einem Typ zusammengefaßt werden. Die Krone besitzt einen schlank rhombischen bis lanzettförmigen Umriß, sie läuft posterior in einer scharfen Spitze aus. Ihre Oberfläche wird von kräftigen Längsrippen unterschiedlicher Anzahl und Form überquert. Viel Übereinstimmung besteht im Bau der Basis, die stets wesentlich breiter als die Krone ist und anterior weit unter dieser hervorragt. Sie ist dabei außerordentlich massiv, mit gewölbter Basalfläche, die ein zentrales Foramen aufweist.

Typ 30 (Taf. 21 Fig. 6, 8 u. 12):

Typ 30 entspricht in seiner grundsätzlichen Morphologie dem Typ 29, unterscheidet sich jedoch von diesem konstant durch die Gestaltung des anterioren Randes der Krone. Dieser zeigt hier eine kräftige Facettierung.

Typ 31 (Taf. 21 Fig. 10a-c):

Krone oval, glatt, nur anterior finden sich zwei gerundete, flache, wulstartige Leisten. Diese konvergieren nach vorn und ziehen bis zur Grenze gegen den anterioren Rand der Basis hin. Basis kürzer und etwas breiter als Krone. Sie besitzt eine stark gewölbte Basalfläche mit weit nach posterior gerücktem Foramen. Im posterolateralen Bereich der Basis findet sich ein weiteres Paar lateraler Foramina.

Typ 32 (Taf. 21 Fig. 11a-c):

In der generellen Morphologie ist dieser Typus mit Typ 31 vergleichbar, zeigt aber eine deutlich abweichende Morphologie der Krone. Bei dieser ziehen sich anterior etwa 5 bis 8 schmale, scharfe Rippen bis fast zur Basis herab. Sehr markant ist die kräftige Facettierung der anterioren und lateralen Kronenbasis.

Typ 33 (Taf. 21 Fig. 9, 13a-b):

Kronen dieses Typs sind etwas unregelmäßig gestaltet und überwiegend breiter als lang. Sie besitzen eine kräftige, breite Medianleiste, die mehr oder weniger deutlich median eingetieft sein kann. Bei dem in Taf. 21 Fig 9 abgebildeten Stück ist die Eintiefung nur auf den anterioren Bereich beschränkt, bei dem in Taf. 21 Fig. 13 abgebildeten Exemplar ist die Medianleiste breit aufgespalten mit einer umfangreichen medianen Vertiefung. Dazwischen sind Übergänge im Material zu beobachten. Die mediane Leiste wird von ein bis drei Paar lateraler Leisten flankiert. Am anterioren Rand führen die Leisten zu einer kräftigen Zackung der Krone.

Typ 34 (Taf. 21 Fig. 14):

Kennzeichnend für diesen Typ sind relativ gleichmäßig rhombische Kronen, welche posterior spitz auslaufen und oberflächlich von einer scharfen, schmalen Medianleiste überquert werden. Zur Basis hin fällt die Krone steil ab, der Randbereich besitzt eine etwas irreguläre, kräftige und breite Facettierung. Solche Placoidschuppen kommen bei Vertretern der Familie Mitsukurinidae vor und sind von CAPPETTA (1980) an *Anomotodon* cf. *plicatus* ARAMBOURG aus der libanesischen Oberkreide beobachtet worden. Sie können im vorliegenden Falle *Anomotodon* sp. zugeordnet werden.

Die Auswahl von Placoidschuppen aus einem umfangreichen Material mag zur Vorstellung dieser Hartteil-Gruppe genügen. Weitere Arbeiten sollen sich speziell mit diesem Thema noch differenzierter auseinandersetzen.

5. Ergebnisse

5.1. Zusammenfassende Übersicht über die Verbreitung der einzelnen Taxa im Campanium des Münsterlandes

Bis jetzt konnten im Campanium des Münsterlandes rund 45 Neoselachier-Taxa ermittelt werden. Davon erwiesen sich 22 als spezifisch bestimmbar, bei weiteren 5 Arten erfolgt die Bestimmung unter Vorbehalt. 7 Taxa konnten wenigstens generisch bestimmt werden, für eine spezifische Bestimmung reicht entweder das vorhandene Material nicht aus oder die notwendige Sicherheit in der Bestimmung ist erst mit Untersuchung von (derzeit nicht verfügbarem) Vergleichsmaterial möglich. Der restliche Teil der hier beschriebenen Fauna besteht aus momentan mehr oder weniger unbestimmbaren, überwiegend fragmentarisch erhaltenen Zähnen. Diese werden in offener Nomenklatur angeführt und sind in der systematischen Hierarchie soweit bestimmt, wie es vertretbar erscheint. Insgesamt zeigen diese derzeit mehr oder weniger unbestimmbaren Zähne jedoch, daß die Formenfülle unter den campanen Selachiern des Münsterlandes deutlich größer ist, als dies aus den bisher bestimmten Taxa hervorgeht. Weitere Untersuchungen sind hier noch erforderlich, vor allem auch, um verschiedene Faziesbereiche mit ihren teilweise deutlich unterschiedlich zusammengesetzten Selachier-Gemeinschaften besser zu erfassen. Die vorliegende Arbeit kann in diesem Sinne nur einen ersten Einstieg darstellen.

Die vertikale und horizontale Verbreitung der Selachier im Campanium des Münsterlandes, soweit bekannt, ist in Tabelle 1 zusammengestellt, mit Angabe der relativen Häufigkeit. Als hinreichend gut untersucht können gelten der Komplex der Baumberger Schichten, die unteren Osterwicker Schichten und die Coesfelder Schichten des westlichen Münsterlandes sowie die Beckumer und Vorhelmer Schichten des östlichen Münsterlandes. Wenig bekannt ist bislang aus dem tiefsten Campanium und aus den oberen Osterwicker Schichten. Im Zusammenhang mit einer noch ausstehenden und geplanten Untersuchung der santonen Fauna soll diesen Lücken in Zukunft größere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Aus den bis jetzt verfügbaren Daten lassen sich nun folgende Schlußfolgerungen ableiten:

Die Fauna der Unteren Osterwicker Schichten wird von Gattungen wie *Scyliorhinus*, *Palaeogaleus*, Cretoxyrhinidae und *Rhinobatos* dominiert. Sie unterscheidet sich wenig von anderen etwa gleichaltrigen Faunen Westeuropas (Aachen, Belgien) und stellt eine typische

Schelf-Gemeinschaft dar, in der Tiefwasserarten der Familie Squalidae kaum vertreten sind. Über die Oberen Osterwicker Schichten sind derzeit keine Aussagen möglich.

In der Fauna der Coesfelder Schichten zeigt sich ein bemerkenswerter Umschwung. Zu den immer noch vertretenen Schelf-Elementen kommt ein hoher Anteil an Tiefwasser-Elementen der Familie Squalidae hinzu. Neben einigen seltenen Arten sind dies vor allem *Cretascymnus westfalicus* MÜLLER & SCHÖLLMANN und *Centroscymnus praecursor* MÜLLER & SCHÖLLMANN. Beide Arten erreichen in der westmünsterländischen Fazies im basalen Billerbecker Grünsandstein ihre maximale Häufigkeit und sind hier in einigen 100 Zähnen gefunden worden. Weiter nach oben in den Baumberger Schichten tritt *Centroscymnus* schnell zurück und fehlt schließlich fast ganz, während *Cretascymnus* noch bis in die Hangenden Mergel der Baumberge zu verfolgen ist, vergesellschaftet mit Squalus, *Centrophoroides, Scyliorhinus, Paratriakis* und *Rhinoptera*, also typischen Schelf-Elementen. Die teilweise sehr heterogene Zusammensetzung der Faunen in der westmünsterländischen Campan-Folge ist teilweise ein Produkt komplizierter sedimentologischer Prozesse und wird im Kapitel Paläoökologie näher erläutert.

Deutlich unterschiedlich von den Faunen des westmünsterländischen Bereiches sind die des ostmünsterländischen Bereiches zusammengesetzt, wobei zwischen den Beckumer und den Vorhelmer Schichten keine groben Differenzierungen bestehen. Die Selachierfaunen beider Komplexe werden in erster Linie von zwei Arten gestellt: *Cretascymnus westfalicus* und *Centroscymnus praecursor*. Beide Tiefwasserarten haben in vielen Proben die einzigen Selachierzähne geliefert, meist vergesellschaftet mit Enchodontidae-Zähnen. Sie treten in den bekannten Fischzahn-Calcisphären-Brekzien in Massen auf und lassen sich überall nachweisen. Sie sind die Charakterfossilien der Beckumer und Vorhelmer Schichten. Andere Selachier sind hier höchst selten nachweisbar und dann auch nur umgelagert an der Basis der turbiditischen Schüttungen, zusammen mit anderen gröberen Partikeln (gravitative Sortierung). Diese Fazies läßt sich weit verfolgen bis in das Stadtgebiet von Münster. Von Gievenbeck liegen Platten vor mit ähnlichen dünnen Fischzahn-Horizonten wie in den Beckumer und Vorhelmer Schichten (leg. W. RIEGRAF).

Faunen mit einer Zusammensetzung wie die der Beckumer und Vorhelmer Schichten sind bisher noch nicht aus der Kreide beschrieben worden (siehe Tabelle 2). Tiefwasser-Arten der Familie Squalidae sind vor kurzem in geringem Umfang aus der Schreibkreide-Fazies Norddeutschlands (Maastrichtium, Hemmoor – HERMAN, 1982) beschrieben worden, für deren Sedimentationsraum inzwischen auch schon größere Wassertiefen angenommen werden (HERMAN, 1982). Weitere Vertreter dieser Gruppe (unpubliziert, Coll. THIES, Hannover) sind in jüngster Zeit im Campanium von Misburg bei Hannover gefunden worden. Sie scheinen jedoch völlig zu fehlen in den zur Zeit am besten untersuchten Schelf-Faunen der belgischen Oberkreide (HERMAN, 1977), zumindest liegen von dort keine publizierten Nachweise vor. Auch aus der Oberkreide der USA und Nordafrikas, inzwischen ebenfalls recht gut untersucht, liegen kaum Fundmeldungen dieser Gruppe vor. In der an Selachiern sehr reichen Fauna der libanesischen Oberkreide (Cenomanium und Santonium) ist nur eine Art mit einem (vollständigen) Exemplar vertreten: *Cretascymnus adonis* (SIGNEUX, 1950) aus dem oberen Santonium.

Die hier grob skizzierte horizontale und vertikale Verbreitung der Selachier im Campanium (vor allem höheren Campanium) des Münsterlandes, verbunden mit der Häufigkeit von bisher in der europäischen Kreide kaum beschriebenen Tiefwasser-Arten, zwingt zu neuen Überlegungen über den Sedimentations- und Lebensraum des Münsterländer Kreidebeckens. Diese Thematik wird im nachfolgenden Kapitel erörtert.

5.2. Paläoökologie und Lebensraum

Von der Lebensweise her bilden die Selachierfaunen des westfälischen Campanium kein einheitliches Bild, vielmehr lassen sich Vertreter sehr unterschiedlicher Habitate unterscheiden. Die teilweise sehr heterogene Zusammensetzung der Faunen ist ein Spiegelbild der erheblichen faziellen Differenzierung des betrachteten Gebietes im Campanium und kann zur Interpretation der bathymetrischen, klimatischen und paläogeographischen Situation herangezogen werden. Bevor diese Themenkomplexe jedoch diskutiert werden, sollen die Lebensweise der einzelnen

	Westl. Münsterland							östl. M.		
Taxa	Dülmener Schichten	Osterwicker Schichten	Coesfelder Schichten	Billerbecker Grünsandstein	Liegende Mergel	Baumberger Sandstein	Hangende Mergel	Stromberger Schichten	Beckumer Schichten	Vorhelmer Schichten
Ptychodus beluccii BONARELLI, 1899									SS	
Hexanchus microdon (AGASSIZ, 1843)				SS						SS
Notidanoides ? sp.										SS
Echinorhinidae?, gen. et sp. indet.				SS						
Centrophoroides appendiculatus (AGASSIZ, 1843)			SS	SS		SS		?		
Squalus vondermarcki MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989			SS	SH		SH	H		SS	SS
Eoetmopterus supracretaceus MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989				SS						
Genus aff. *Deania* sp.				SS		SS			SS	
Centroscymnus praecursor MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989				SH		S	SS		SH	S
Cretascymnus westfalicus MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989				SH		SH	S	S	SH	H
Somniosinae, gen. indet., sp. 1				SS		SS				
Somniosinae, gen. indet., sp. 2				SS						
Squatina baumbergensis VON DER MARCK, 1895		H		S		SS				
Squatina sp.									SS	
Heterodontus lonzeensis HERMAN, 1977		H								
Heterodontus havreensis HERMAN, 1977				S		S	S			
Hemiscyllium hermani nov. sp.				S		SS			SS	
Hemiscyllium ? sp.				SS						
Chiloscyllium gaemersi nov. sp.				SS						
Chiloscyllium greenei (CAPPETTA, 1973)				SS						
Pararhincodon groessensi HERMAN, 1982		H		S		S			SS	
Anomotodon aff. *plicatus* ARAMBOURG, 1952				S		S				
Scapanorhynchus sp.				H		SS	SS		SS	
Cretolamna appendiculata AGASSIZ, 1843				S		SS		SS	SS	
Cretodus ? sp.		SS						SS		
Squalicorax kaupi (AGASSIZ, 1843)				SS		SS				
Paraorthacodus nerviensis (LERICHE, 1929)			SS					S		
Paraorthacodus ? sp. (nov. sp.?)				SS						
Synechodus lerichei HERMAN, 1977				H		H	S			
Scyliorhinus angustus (MÜNSTER, 1843)						SS				SS
Scyliorhinus elongatus (DAVIS, 1887)		SS								
Scyliorhinus germanicus HERMAN, 1982				SH		SH	H			
Scyliorhinus riegrafi n. sp.				H		H	S			
Scyliorhinus sp. aff. *S. destombesi* CAPPETTA, 1977				S		SS				
Paratriakis decheni VON DER MARCK, 1863				H		H	SS		S	S
Paratriakis sp.				H				SS	SS	
Triakidae, gen. indet., sp. (n. sp.)				SS						
Palaeogaleus havreensis HERMAN, 1977		H								
Galeorhinus girardoti HERMAN, 1977		S								
Rhinobatos tesselatus VON DER MARCK, 1894		S		SS		SS			SS	
Rhinobatos sp.		H		H					SS	
Rhombopterygia ? sp.				SS						
Micropristis ? sp.				SS						
Sclerorhynchidae ?, gen. et sp. indet.				SS						

Tabelle 1: Verbreitung und Häufigkeit von Selachiern im höheren Campanium des Münsterlandes.
SS: sehr selten, S: selten, H: häufig, SH: sehr häufig.

Taxa	Bohnenschicht	Waldteufel	Paol	Lappen	Basis Flies („Braune Platte")	Flies	Hangende Mergel 1	Hangende Mergel 2
Centrophoroides appendiculatus (AGASSIZ, 1843)	+				+			+
Squalus vondermarcki MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989	+	+	+	+	+		+	+
„genus aff. Deania" sp.	+							
Centroscymnus praecursor MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989					+			+
Cretascymnus westfalicus MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989	+	+	+	+	+			+
Somniosinae, gen. indet., sp. 2					+			
Squatina baumbergensis VON DER MARCK,						+		
Heterodontus lonzeensis HERMAN, 1977	+				+			+
Hemiscyllium hermani nov. sp.					+			
Pararhincodon groessensi HERMAN, 1982					+			
Anomotodon aff. *plicatus* ARAMBOURG, 1952	+				+			
Scapanorhynchus sp.	+							
Squalicorax kaupi (AGASSIZ, 1843)	?							
Synechodus lerichei HERMAN, 1977	?				+		+	+
Scyliorhinus angustus (MÜNSTER, 1843)						+		
Scyliorhinus germanicus HERMAN, 1982	+	+		+	+		+	+
Scyliorhinus riegrafi n. sp.					+			?
Paratriakis decheni VON DER MARCK, 1863	+	+	+	+	+			
Rhinobatos tesselatus VON DER MARCK, 1894					+	+		

Tabelle 2: Stratigraphische Verbreitung von Selachier-Taxa im höheren Teil der Baumberger Schichten (Baumberger Sandstein und Hangende Mergel).

Taxa etwas näher besprochen werden. Ein Teil der vorhandenen Gattungen ist rezent noch in den Ozeanen vertreten. Hier kann in erster Linie die Lebensweise der rezenten Arten zur Analyse der fossilen herangezogen werden. Nun muß in dem langen Zeitraum von der Oberkreide bis zur Gegenwart mit einer mehr oder weniger großen Veränderung der Lebensweise von Vertretern einzelner Gattungen oder Familien gerechnet werden. Der Vergleich ist also mit Unsicherheiten behaftet. Da die Entwicklung vieler Gruppen im Tertiär recht gut bekannt ist, läßt sich jedoch häufig mit ausreichender Sicherheit kontrollieren, inwieweit deutliche Veränderungen in den ökologischen Ansprüchen stattgefunden haben. Eine weitere Möglichkeit zur Überprüfung bietet die Funktionsmorphologie. Bestimmte Lebensweisen bedingen bestimmte Funktionsanpassungen im Körperbau, in der Form der Schuppen und im Bau der Kieferzähne. Ein pelagischer Dauerschwimmer beispielsweise zeigt eine an diese Lebensweise optimal angepaßte Körperform, entsprechend gestaltete Schuppen etc. Die Verhältnisse bei trägen Bodenbewohnern weichen entsprechend den speziellen Erfordernissen davon häufig deutlich ab. Ebenso bedingt die Art des Nahrungserwerbs den Bau der Kieferzähne. Aus einer breit gestreuten ichthyologischen Literatur (vor allem BIGELOW & SCHROEDER, COMPAGNO und GARRICK, div. Arbeiten, siehe Litertaurverzeichnis) konnten für die im westfälischen Campanium vertretenen Gattungen die folgenden Angaben zur Lebensweise kompiliert werden. Der besseren Anschaulichkeit wegen sind in Abb. 13-34 die nächsten rezenten Verwandten der hier besprochenen Taxa vorgestellt.

Ptychodus AGASSIZ, 1838: Diese fossile Gattung umfaßt Arten mit einem ausgeprägten Pflasterzahn-Gebiß, geeignet zum Zerkleinern hartschaliger Nahrung. *Ptychodus* wird in der Kreide die ökologische Nische besetzt haben, welche heute von den diversen Rochen mit ähnlicher Ernährungsweise (z. B. *Myliobatis*, *Rhinoptera* etc.) eingenommen wird.

Hexanchus RAFINESQUE, 1810 (Abb. 13): Zu dieser Gattung gehören meist großwüchsige, pelagische Haie. Das Gebiß mit großen, flachen und sägeblattartig gezackten

In Westfalen nachgewiesene Taxa	Aachen (Vaalser Grünsand)	Belgien/Nordfrankreich	Hemmoor (Maastrichtium)	Misburg/Hannover (Campanium)	Großbritannien	Skandinavien/Baltikum	Libanon/Nordafrika	Sowjetunion	Nordamerika
Ptychodus belucii BONARELLI, 1899		x			x	*	*	*	*
Hexanchus microdon (AGASSIZ, 1843)		x			x	x	x		
Notidanoides ? sp.									
Echinorhinidae?, gen. et sp. indet.									
Centrophoroides appendiculatus (AGASSIZ, 1843)		x	x			x	*		*
Squalus vondermarcki MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989		x	x				*		
Eoetmopterus supracretaceus MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989			*	x					
Genus aff. Deania sp.									
Centroscymnus praecursor MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989			*						
Cretascymnus westfalicus MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989				x					
Somniosinae, gen. indet., sp. 1			x						
Somniosinae, gen. indet., sp. 2									
Squatina baumbergensis VON DER MARCK,	*	*		*	*	*		*	
Squatina sp.									
Heterodontus lonzeensis HERMAN, 1977	x	x			*	*			
Heterodontus havreensis HERMAN, 1977		x							
Hemiscyllium hermani nov. sp.			x						
Chiloscyllium gaemersi nov. sp.									
Chiloscyllium greeni (CAPPETTA, 1973)		x					x		x
Pararhincodon groessensi HERMAN, 1982		*	x				*		*
Anomotodon aff. plicatus ARAMBOURG, 1952		x					x		
Scapanorhynchus sp.		*			*	*	*	*	*
Cretolamna appendiculata AGASSIZ, 1843		x				x	x	x	x
Cretodus ? sp.		x			x	x	x	x	x
Squalicorax kaupi (AGASSIZ, 1843)	*	x			x	x		x	x
Paraorthacodus nerviensis (LERICHE, 1929)		x			x				*
Paraorthacodus ? sp.									
Synechodus lerichei HERMAN, 1977		x			*	*			
Scyliorhinus angustus (MÜNSTER, 1843)									
Scyliorhinus elongatus (DAVIS, 1887)		x					x		
Scyliorhinus germanicus HERMAN, 1982		*	x		*		*		*
Scyliorhinus riegrafi n. sp.									
Scyliorhinus sp. aff. *S. destombesi* CAPPETTA, 1973									
Paratriakis decheni VON DER MARCK, 1863		x		x			*		
Paratriakis sp.			x						
Triakidae, gen. indet., sp. (n. sp.)									
Palaeogaleus havreensis HERMAN, 1977		x					*		
Galeorhinus girardoti HERMAN, 1977	x	x					*		
Rhinobatos tesselatus VON DER MARCK, 1894		*					*		*
Rhinobatos sp.									
Rhombopterygia ? sp.								*	
Micropristis ? sp.	*	*							*
Sclerorhynchidae ?, gen. et sp. indet.									

Tabelle 3: Regionale Verbreitung der im Münsterländer Campanium nachgewiesenen Selachier. Stratigraphisch sind Vorkommen der gesamten Oberkreide berücksichtigt.
x: Nachweis der gleichen Art; *: Nachweis einer nahe verwandten Art (in der Regel gleiche Gattung).

Zähnen im Unterkiefer und kürzeren Zähnen mit längeren Spitzen im Oberkiefer eignet sich vor allem zum Festhalten (Oberkieferzähne) und Herausschneiden von Fleischstücken aus großer Beute. Die bathymetrische Verbreitung des rezenten *Hexanchus griseus* (BONNATERRE, 1788) ist offenbar temperaturgesteuert: In kälteren Meeren kommt die Art vor allem im Epipelagial vor, während sie in tropischen Meeren bis in Tiefen um 1800m geht. Juvenile Exemplare der viviparen Art kommen im flacheren Wasser (Schelfmeer) vor. Ähnliche Lebensweise dürfte auch für andere Hexanchidae der Kreide anzunehmen sein.

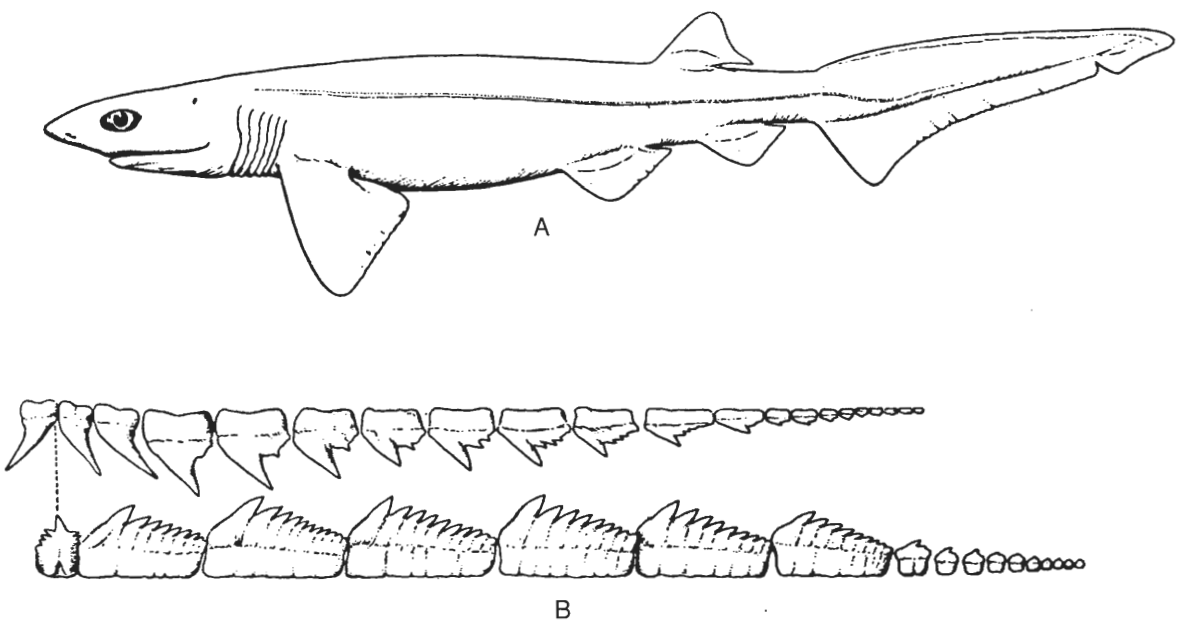


Abb. 13: *Hexanchus griseus* (BONNATERRE, 1788)
83 cm langes Weibchen, rezent, Mitelmeer von Nizza;
A: Seitenansicht des gesamten Tieres, B: Zahnfolge Ober- und Unterkiefer (aus BIGELOW & SCHROEDER, 1948: Fig. 8).

Echinorhinus BLAINVILLE, 1816 (Abb. 14): Die Gattung *Echinorhinus* mit ihren zwei Arten *E. brucus* (BONNATERRE, 1788) und *E. cookei* PIETSCHMANN, 1928 stellt die einzige rezente Gattung dieser Familie. Es handelt sich um große (bis um 4m lange) Haie, die in Bodennähe leben in einem Tiefenbereich vom Schelf bis in etwa 800-900m. Fossil war diese Gruppe formenreicher, mit einigen heute nicht mehr vertretenen Gattungen (PFEIL, 1983). Die bislang ältesten Vertreter der Gattung Echinorhinus selbst wurden im Campanium von Afrika gefunden (CAPPETTA, 1987: 51). Die Vertreter der Echinorhinidae unterscheiden sich in vielen Merkmalen deutlich von den Squalidae. Die Zähne, vor allem der Bau der Wurzel, erinnert eher an Hexanchidae.

Squalus LINNAEUS, 1758 (Abb. 15): Der Dornhai *Squalus acanthias* (LINNE, 1758) gehört zu den wenigen Squalidae, die im flachen Schelfmeer leben. Andere Arten gehen in größere Tiefe. *Squalus acanthias* führt saisonale Wanderungen durch, um bestimmte Temperaturbedingungen (zwischen etwa 6-7°C und 12-15°C) einzuhalten. Dabei wird entweder die Wassertiefe oder die geographische Lage gewechselt. Die Zähne sind vor allem für eine schneidende Funktion geeignet. In erster Linie Fischfresser (verfolgt z. B. Makrelen- oder Heringsschwärme). Die fossilen Arten ebenfalls häufig in Schelf-Sedimenten. Vom Zahntyp her sehr ähnlich ist der rezente *Cirrhigaleus* TANAKA, 1912 sowie die fossilen Gattungen *Centrophoroides* und *Centrosqualus*, für die eine ähnliche Lebensweise angenommen werden kann.

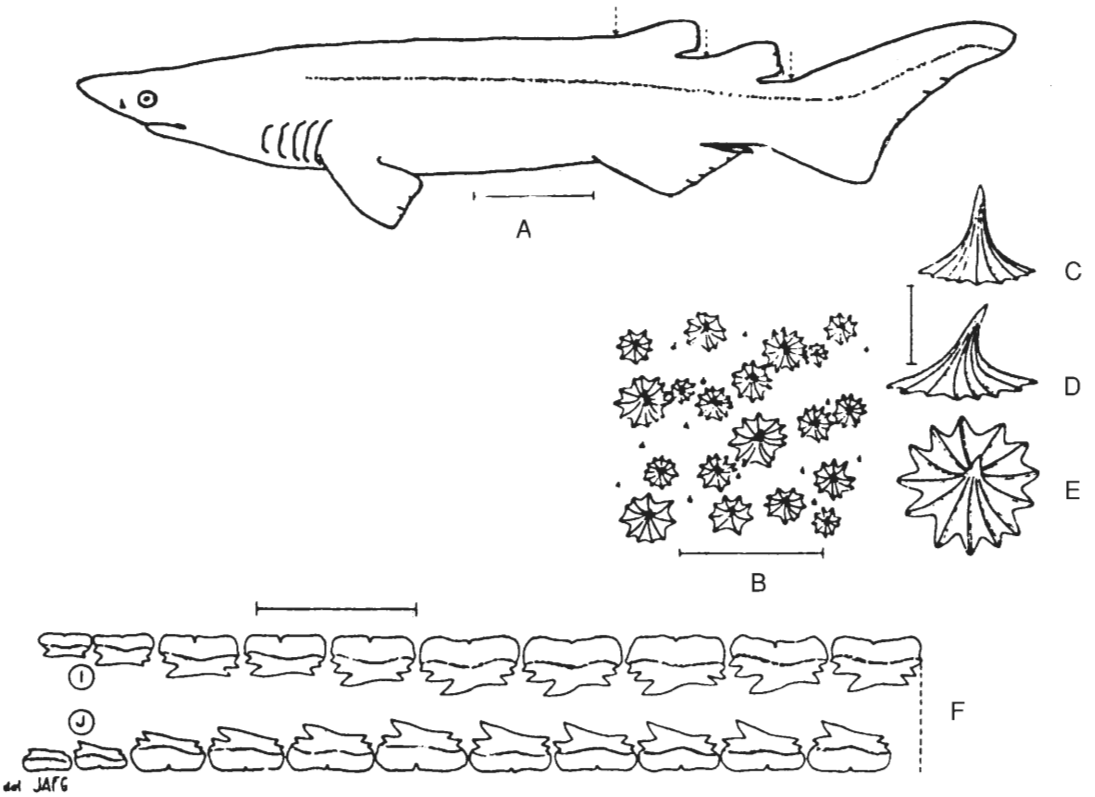


Abb. 14: *Echinorhinus cookei* PIETSCHMANN, 1928
198 cm langes Männchen rezent vor Neuseeland (aus GARRICK, 1960: Textfig. 2);
A: ganzes Tier in Lateralansicht, B-E: Placoidschuppen, B: Arrangement, C: Schuppe anterior, D: lateral, E: Oberseite; F: Zahnfolge Ober- und Unterkiefer.

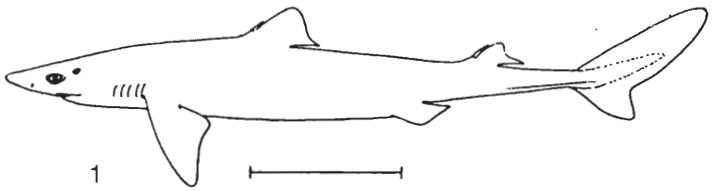
Centrophorus MÜLLER & HENLE, 1837 (Abb. 16): Meist relativ kleine Tiefwasser-Haie, die vom äußeren Schelf bis in Tiefen von über 1000m vorkommen. Im Unterschied zu *Squalus* besitzt *Centrophorus* eine deutliche dignathe Heterodontie mit schon stärker spezialisierten Zahnformen. In der Regel besitzen die Zähne ein Infundibulum, während die der sonst ähnlichen Gattung *Deania* noch getrennte axiale Foramina aufweisen.

Deania JORDAN & SNYDER, 1902 (Abb. 17): Ebenfalls kleine bis sehr kleine Tiefseehaie mit stark entwickelter dignather Heterodontie. Unterkiefer mit breiten, flachen Kronen, Oberkieferzähne anterior mit relativ schlanken, hohen Spitzen, in Richtung Komissur werden die Zähne breiter und niedriger. Über die Lebensweise ist noch wenig bekannt.

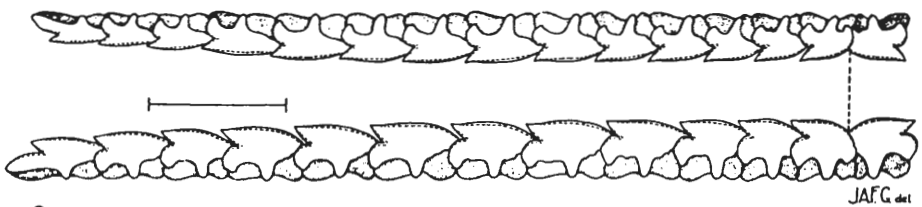
Abb. 15:

1-2: *Squalus acanthias* LINNAEUS, 1758
93,5cm langes Weibchen, rezent vor Neuseeland;
1: Lateralansicht des gesamten Tieres, 2: Zahnfolge in Ober- und Unterkiefer (aus GARRICK, 1960: Textfig. 5).

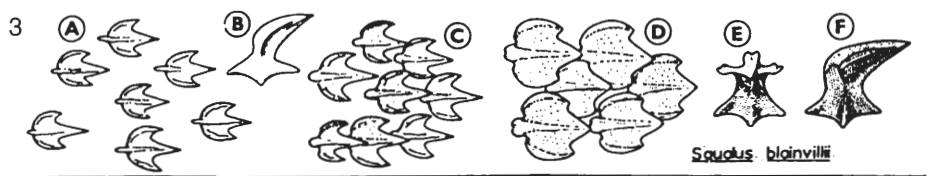
3-5: Morphogenese der Placoidschuppen von 3 verschiedenen rezenten *Squalus*-Arten
alle Schuppen aus dem oberen Bereich der Körperflanke in Position der 1. Dorsalis (aus GARRICK, 1960: Textfig. 3).

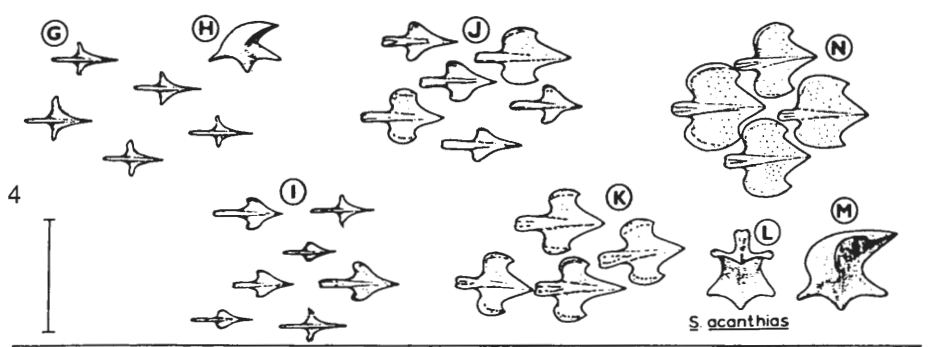


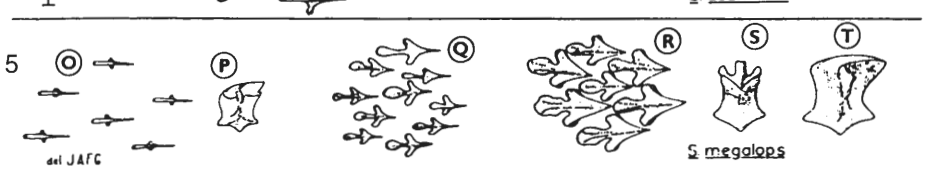
1



2



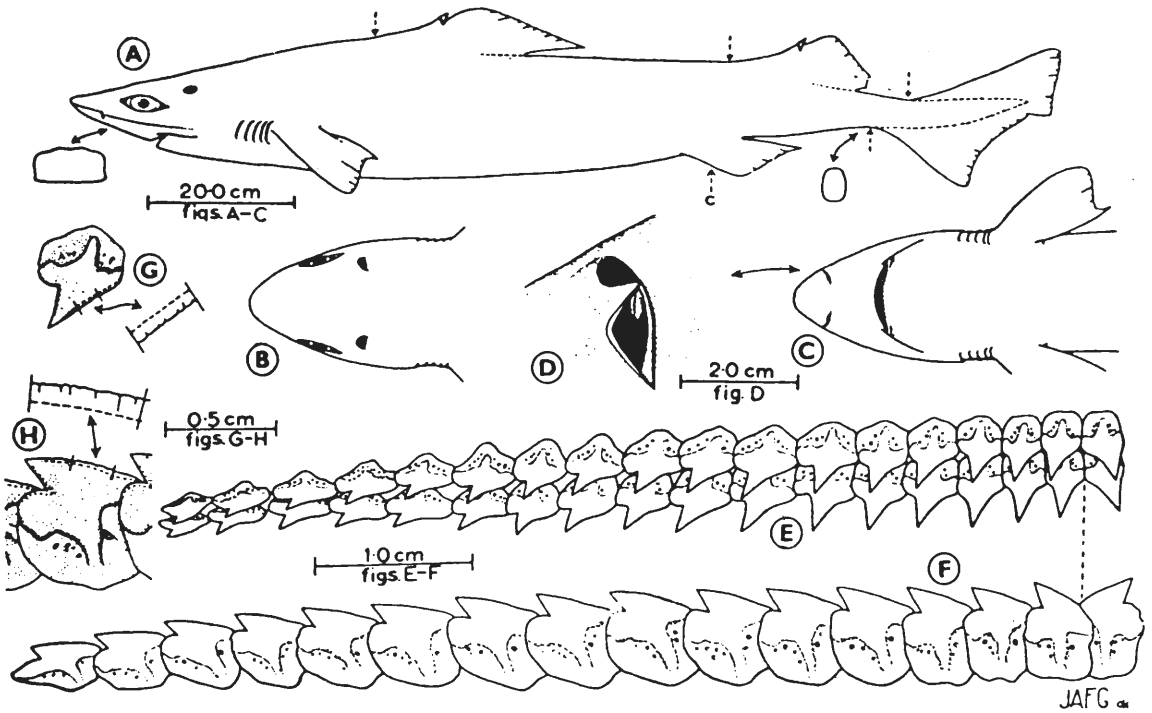




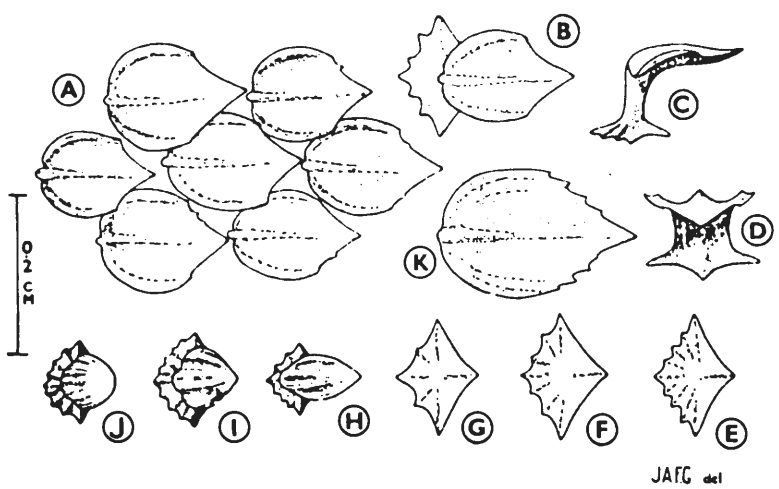
3: *Squalus blainvillei* (RISSO, 1826):
A u. B: Embryo, 21,8cm lang; C: Weibchen, 54,5cm lang; D: Weibchen, 92,3cm lang.

4: *Squalus acanthias*: G u. H: Embryo, 22,8cm lang; I: Männchen, 62,7cm lang; J: Weibchen, 77,2cm lang; K, L u. M: Weibchen, 93,5cm lang; N: Weibchen, 100,2cm lang.

5: *Squalus megalops* McLEAY, 1881: O u. P: Embryo, 22,8cm lang; Q: Weibchen, 37cm lang; R-T: Weibchen, 55,5cm lang.



1



2

Abb. 16: *Centrophorus squamosus* (BONNATERRE, 1788)
rezent vor Neuseeland (aus GARRICK, 1959: Textfig. 2 u. 3)
1: Weibchen, 137cm lang, A: Lateralansicht gesamtes Tier, B u. C: Kopf dorsal und ventral, D: linke Nasenöffnung, E: Zahnfolge rechter Oberkiefer, F: Zahnfolge rechter Unterkiefer, G: 8. Zahn rechter Oberkiefer, H: 4. Zahn rechter Unterkiefer.

2: Placoidschuppen eines 103 cm langen Weibchens, A-G: vom oberen Bereich der Körperflanke in Position der 1. Dorsalis, A: Arrangement, B: Schuppen von außen mit Basis, C: lateral, D: apikal, E-G: Basalflächen; H: Schuppe von Caudalis, I: 0,5cm hinter Oberlippe, J: Rand der Unterlippe.

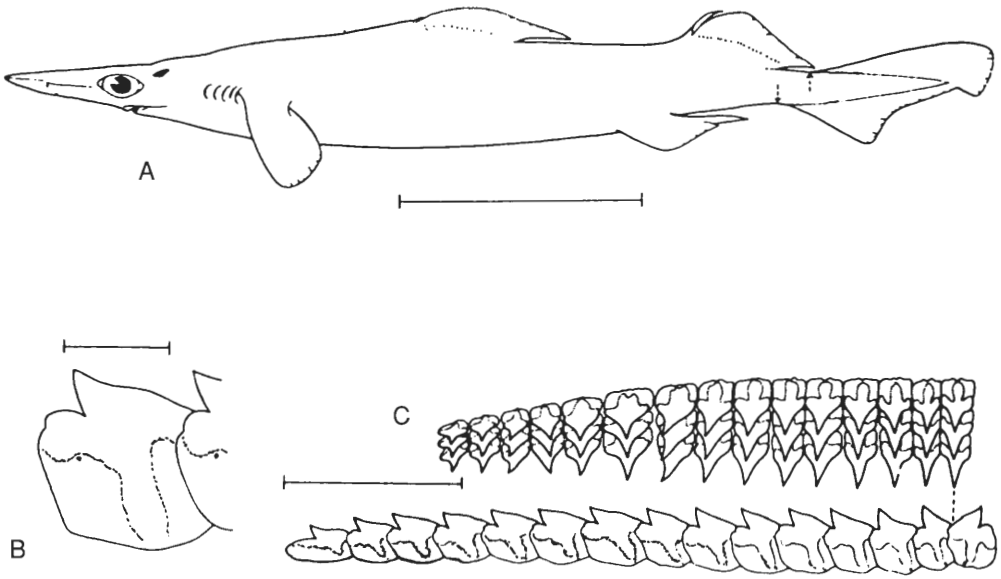


Abb. 17: *Deania calcea* (LOWE, 1839)
rezent vor Neuseeland (aus GARRICK, 1960: Textfig. 3);
A: Männchen, 82,3cm lang, in Lateralansicht; B: 4. Zahn des Unterkiefers, C: Zahnfolge Ober- und Unterkiefer.

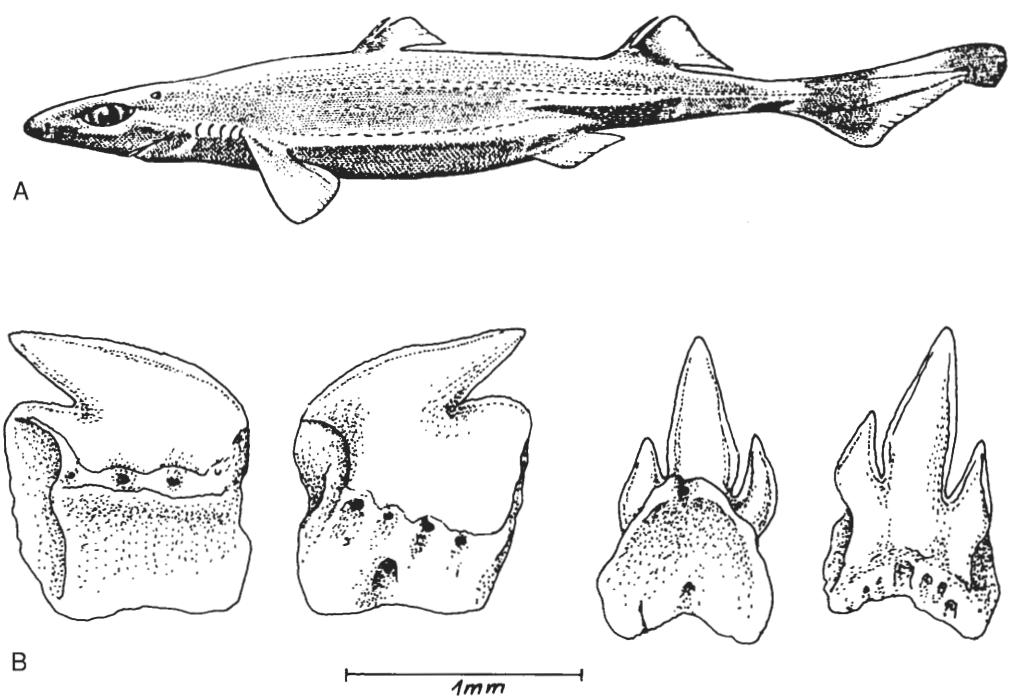


Abb. 18: A: *Etmopterus hillianus* (POEY, 1861)
29,2cm langes Weibchen, rezent, karibische See vor Kuba
(aus BIGELOW & SCHROEDER, 1948: Fig. 92).
B: *Etmopterus spinax*
rezent, Nordatlantik, 1: Lateralzahn Unterkiefer, 2: Lateralzahn Oberkiefer, coll. A. Müller.

Etmopterus RAFINESQUE, 1810 (Abb. 18): Kleine Tiefseehaie (kaum über 350-400mm lang), die vom Kontinentalabhang bis in Tiefen um mehrere 1000m vorkommen, teilweise mit Lumineszens-Organen. Zähne des stark dignath heterodonten Gebisses mit schneidender Funktion (Unterkiefer) sowie Greif- und Haltefunktion (Oberkiefer), Oberkieferzähne mit gut enwickelten Nebenspitzen, Placoidschuppen zu teilweise sehr dünnen, langen Dornen ausgezogen. Die Arten der Gattung *Etmopterus* leben von Fischen und Cephalopoden.

Centroscyllium MÜLLER & HENLE, 1841 (Abb. 19): Kleine Tiefseehaie, maximal um 80cm lang, die vor allem Wassertiefen zwischen 400 und 900m bewohnen, Nachweise bis um 1500m Tiefe. Gebiß nur wenig heterodont, beide Kiefer mit sehr ähnlichen Zähnen, deren Krone aus einer Hauptspitze und ein bis zwei Paaar Nebenspitzen besteht, geeignet zum Ergreifen und Festhalten der Beute. Die Bezahnung unterscheidet diese Gattung von allen anderen Squalidae. Schuppen mit flachen, radialstrahligen Basen und kleinen, spitzen Kronen. Möglicherweise sind Lumineszens-Organe vorhanden. Nahrung sind Cephalopoden, Crustaceen und Medusen (nach Mageninhalten). Eine weitere rezente Gattung mit ähnlicher Zahnform und dignather Homodentie ist *Aculeola* DE BUEN, 1959. Zähne dieser Gattung besitzen jedoch kaum Nebenspitzen sowie eine sehr charakteristische Feinskulptur der labialen Kronenbasis.

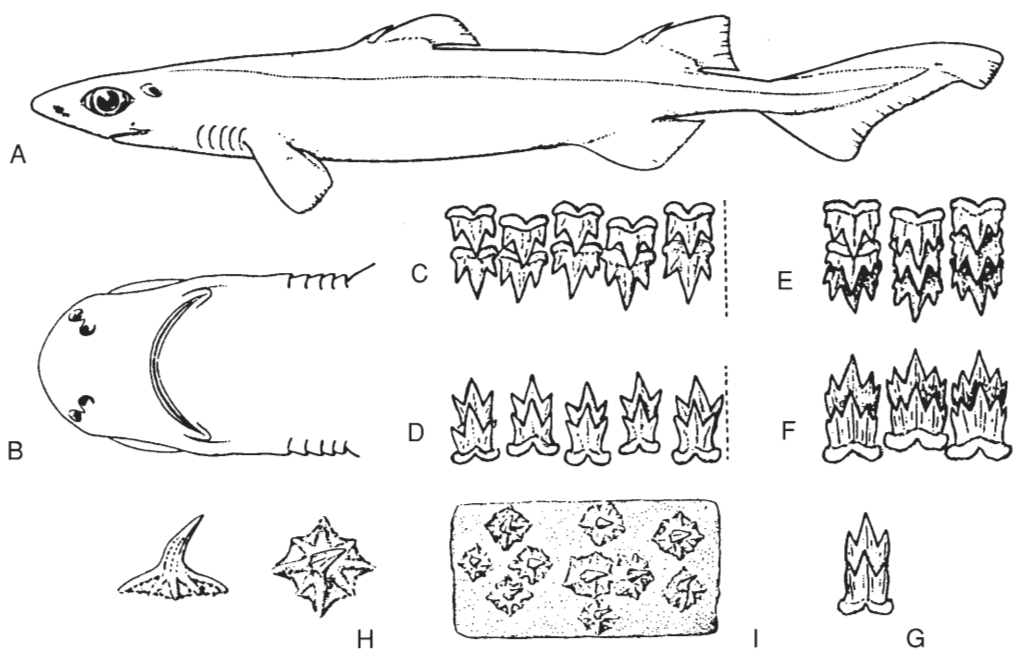


Abb. 19: *Centroscyllium fabricii* (REINHARDT, 1825) rezent, NW-Atlantik vor Boston, 64cm langes Weibchen (aus BIGELOW & SCHROEDER, 1948: Fig. 91);
A: Lateralansicht ganzes Tier, B: Kopf von unten, C: Zähne 1.-5. Reihe rechter Oberkiefer, D: Zähne 1.-5. Reihe rechter Unterkiefer, E: Zähne 20.-22. Reihe rechter Oberkiefer, F: Zähne 16.-18. Reihe rechter Unterkiefer, G: 26. Zahn rechter Unterkiefer, H: Placoidschuppen, I: Placoidschuppen (Arrangement).

Centroscymnus BOCAGE & CAPELLO, 1864 (Abb. 20): Tiefseehaie mit einer Länge bis zu etwas über einen Meter. Die meisten Fänge kommen aus sehr großen Tiefen bis um 3000m. Gebiß stark dignath heterodont. Im Unterkiefer stehen breite, flache „Schneidezähne", die sich wechselseitig überlappen. Der Oberkiefer besitzt spitze „Greifzähne", welche in Richtung Komissur etwas breiter werden. Die Nahrung besteht (nach den wenigen Meldungen) vor allem aus Fischen, aber auch Cephalopoden.

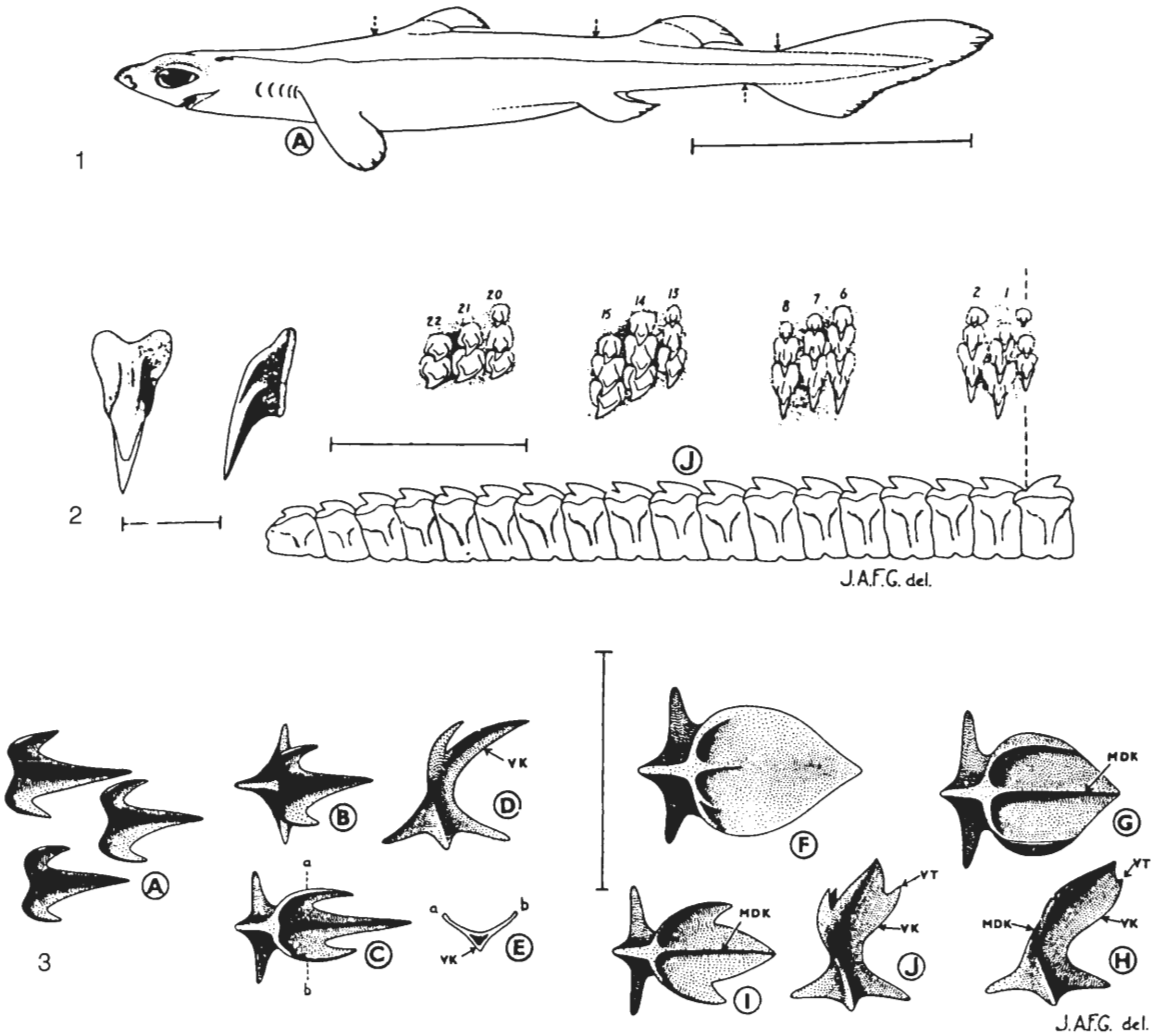


Abb. 20: *Centroscymnus waitei* (THOMPSON, 1930)
rezent vor Neuseeland (aus GARRICK, 1955: Textfig. 1 u. 2);
1: Lateralansicht eines 31,8cm langen Männchens;
2: A: 4. Zahn rechter Oberkiefer (4. Reihe, 3. Serie); C: Zähne Oberkiefer (die Zahlen geben die Reihen-Nummern an); D: Zahnfolge rechter Unterkiefer;
3: Placoidschuppen: A-E: Schuppen aus der oberen Körperflanke in Position der 1. Dorsalis, A-C: Außenseiten, D: lateral, E: Querschnitt durch Krone; F: Schuppe aus dem Bereich der Oberlippe, Außenseite, G-H: Schuppe von der Unterseite des Rostrums, I-J: Schuppe aus Interorbital-Region.

Somniosus LeSUEUR, 1818 (Abb. 21): Mittelgroße bis große, pelagische Squaliden mit einer breiten Tiefenreichweite. In arktischen Gewässern nicht selten an der Oberfläche (im Winter), sonst bis in größere Tiefen von mehreren 100m. Bevorzugte Tiefen liegen zwischen 200 und 600m. Zähne ähnlich wie *Cretascymnus*. Nahrung: Vor allem Fische, aber auch Teile von Walen, Robben, selbst Seevögel.

Scymnodon BOCAGE & CAPELLO, 1864 (Abb. 22): Diese Gattung umfaßt rezent drei Arten von kleinen Tiefwasser-Haien, die in Tiefen bis zu etwa 1500m vorkommen. Die hohen Zähne des Unterkiefers mit ihren sehr scharfen Kronen deuten darauf hin, daß sich die Scymnodon-Arten sehr spezialisiert ernähren. Es wird angenommen, daß sie Stücke aus größerer Beute „schneiden" (COMPAGNO, 1984: 100). Ähnliches ist für die *Isistius*-Arten nachgewiesen. Sehr ähnlich sind die Zähne der bisher nur rezent bekannten, eng verwandten Gattungen *Euprotomicroides* HULLEY & PENRITH, 1966 und *Heteroscymnoides* FOWLER, 1934.

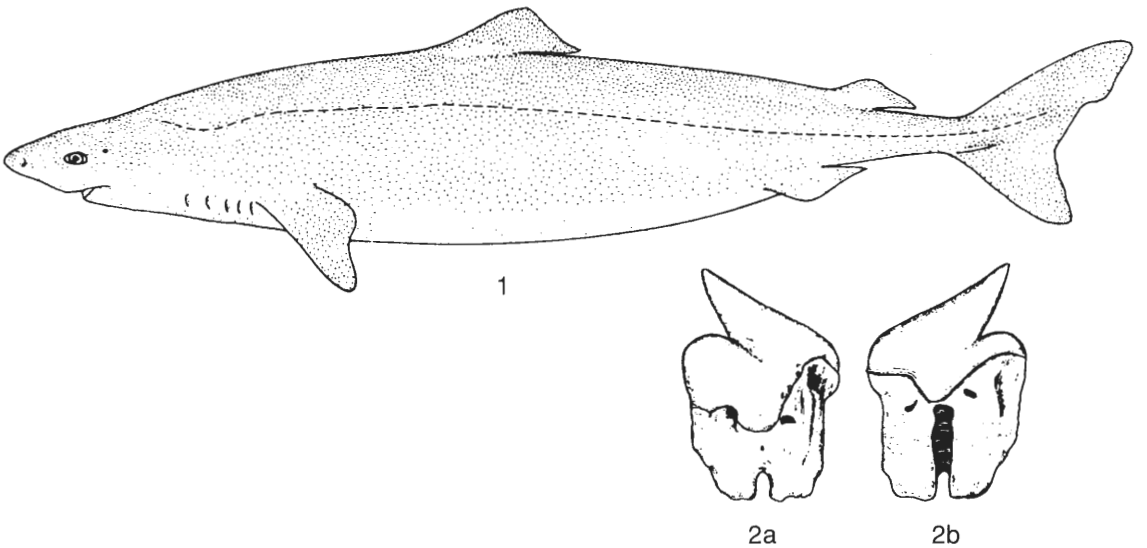


Abb. 21: *Somniosus rostratus* (RISSO, 1826)
Rezent, vor allem Ostatlantik und Mittelmeer (aus COMPAGNO, 1984, Fig. S. 106 u. 107).
1: ganzes Tier, 2: Unterkieferzahn, a: lingual, b: labial.

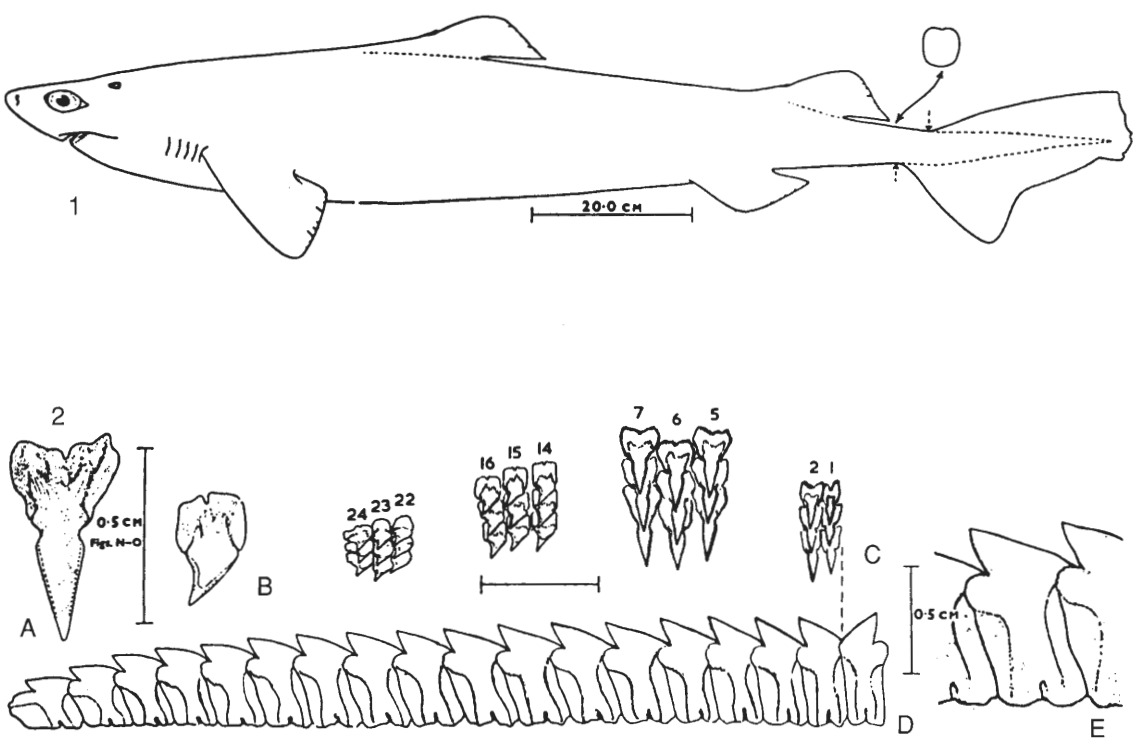


Abb. 22: *Scymnodon plunketi* (WAITE, 1910)
rezent vor Neuseeland (aus GARRICK, 1959: Textfig. 2);
1: 141,7cm langes Weibchen in Lateralansicht; 2: Zähne: A: 5. Zahn rechter Oberkiefer, B: 16. Zahn rechter Oberkiefer, C: Oberkieferzähne (Nummerierung entspricht Zahnreihen), D: Zahnfolge rechter Unterkiefer, E: 4. rechter Unterkieferzahn.

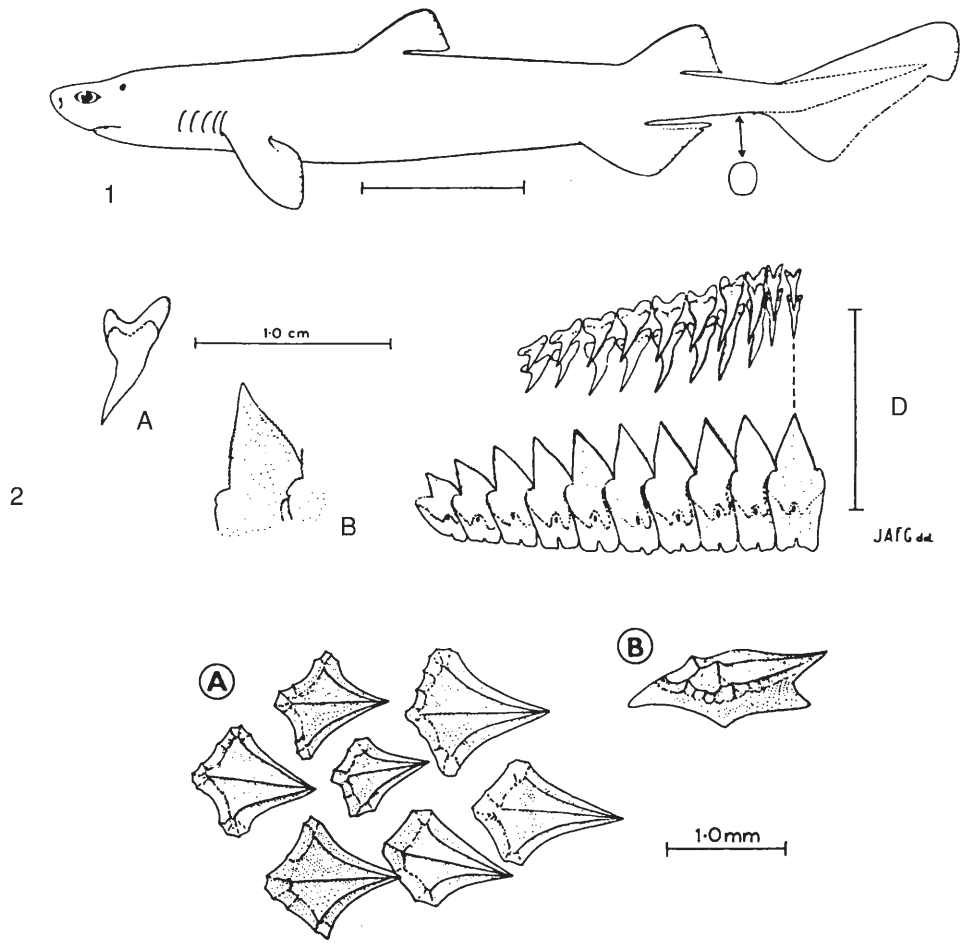


Abb. 23: *Scymnorhinus licha* (BONNATERRE, 1788)
rezent vor Neuseeland (aus GARRICK, 1960: Textfig. 8 u. 7);
1: Lateralansicht eines 113,2cm langen Männchens;2: Zähne eines 101cm langen Männchens, A: 4. Zahn rechter Oberkiefer, B: 3. Zahn rechter Unterkiefer, D: Zahnfolge rechter Ober- und Unterkiefer.

Scymnorhinus BONAPARTE, 1846 (Abb. 23): Von dieser Gattung ist nur eine rezente Art, *S. licha* (BONNATERRE, 1788), bekannt. Es handelt sich um für Squalidae schon recht großwüchsige Tiere bis zu einer Länge von etwa 160-180cm, die vom äußeren Schelf bis in Tiefen von etwa 1800m vorkommen. Sie ernähren sich in erster Linie von Fischen, daneben aber auch Cephalopoden u. a.

Scymnodalatias GARRICK, 1956 (Abb. 24): Von dieser Gattung ist nur eine sehr seltene rezente Tiefwasser-Art bekannt. Die Gattung ähnelt sehr stark *Scymnodon*, einige Unterschiede sind u. a. im Gebiß zu verzeichnen. Die anterioren bis anterolateralen Zähne besitzen sehr lange, nadelförmige Kronen. Die posterolateralen bis posterioren Zähne zeigen kürzere Spitzen und rechteckige Wurzelplatten. Sie ähneln einigen fossilen Zähnen aus dem Campanium des Münsterlandes und Maastrichtium von Hemmoor.

Squatina DUMERIL, 1906 (Abb. 25): Bodenbewohnende, dorsoventral abgeflachte Haie von rochenähnlicher Gestalt, vor allem Bewohner der Schelfmeere, die am Kontinentalabhang aber auch tiefer gehen. Zähne vor allem geeignet zum Ergreifen der Beute. Die spitzen Zahnkronen stehen auf flachen, verbreiterten Wurzeln. Die Placoidschuppen sind teilweise zu großen Hautdornen weiterentwickelt. Nahrung: vor allem Fische.

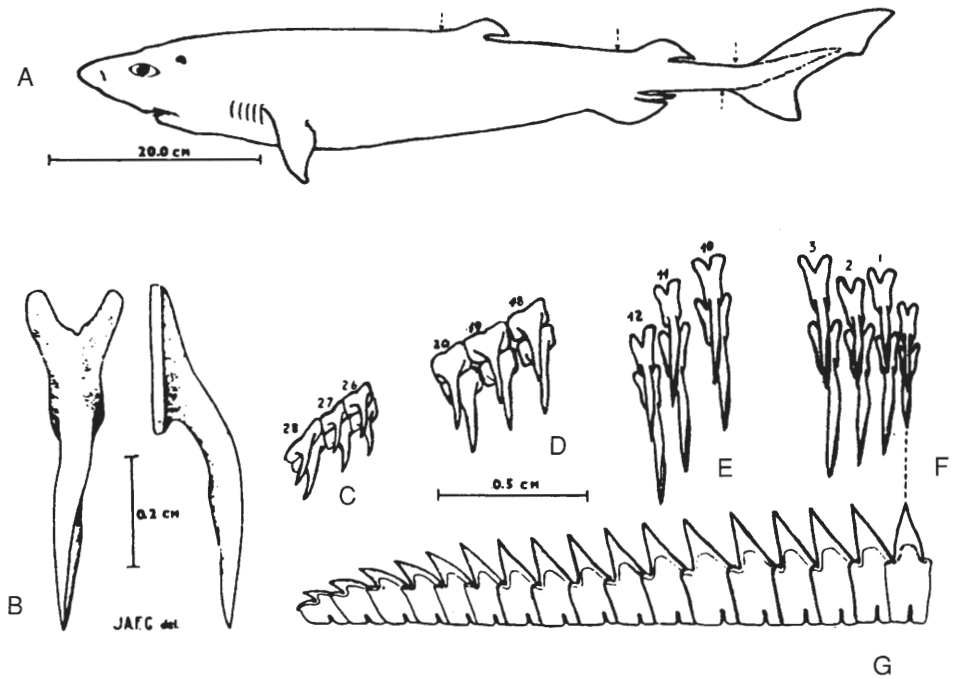


Abb. 24: *Scymnodalatias sherwoodi* (ARCHEY, 1921)
Männchen, 80,3cm lang, rezent vor Neuseeland (aus GARRICK, 1956: Textfig. 1);
A: ganzes Tier in Lateralansicht, B-G: Zähne: B: Oberkiefer, 6. Reihe, 3. Serie, C: rechter Oberkiefer, 26.-28. Reihe, D: dito, 18.-20. Reihe, E: dito, 10.-12. Reihe, F: dito, Symphyse + 1.-3. Reihe, G: Zahnfolge gesamter Unterkiefer.

Heterodontus BLAINVILLE, 1826 (Abb. 26): Bodenbewohnender Hai vor allem der flachen und warmen Schelfmeere. Das Gebiß ist stark heterodont, die anterioren Zähne besitzen gedrungene Spitzen, die lateralen sind zu breiten, niedrigen Mahlzähnen umgebildet (bei den Adulti!). Die Doggenhaie leben von hartschaliger Nahrung (Mollusken, Crustaceen, Echinodermen etc.), die sie mit den Vorderzähnen ergreifen und den Mahlzähnen zerquetschen.

Hemiscylliidae GILL, 1862 (Abb. 27): Kleine, bodenbewohnende Haie des küstennahen Flachwassers warmer Meere der indopazifischen Region. Hier bevorzugen die Arten Riffbereiche. Bezahnung relativ undifferenziert, geeignet zur Aufnahme verschiedenartiger Nahrung (kleine Fische, Crustaceen u. a. dünnschalige Organismen).

Mitsukurinidae JORDAN, 1898 (Abb. 28): Überwiegend mittelgroße bis große Haie. Der einzige rezente Vertreter, *Mitsukurina owstoni* JORDAN, 1898, lebt am Kontinentalabhang von etwa 200 bis 800m Tiefe, nachts steigen diese Haie oft weiter nach oben auf in flacheres Wasser (nyctopelagische Lebensweise). Kennzeichnend sind ein sehr langes Rostrum und entsprechend langezogene, relativ schmale Kiefer, besetzt mit sehr schlanken, spitzen Zähnen, teilweise mit, teilweise ohne Nebenspitzen. Das Gebiß ist zum Ergreifen und Festhalten größerer Beute geeignet. In der Kreide und im Paläogen recht artenreiche Gruppe mit mehreren Gattungen. Die Abbildungen in der Literatur sind zum Teil sehr skurril und beruhen möglicherweise auf dem unzureichend präparierten Originalmaterial. Die merkwürdige Form des Rostrums in diesen Abbildungen ist vermutlich teiweise sekundär durch Trocknung verursacht. Richtiger dürfte die Rekonstruktion sein, wie sie sich auch nach dem libanesischen Oberkreide-Material ergibt (CAPPETTA, 1987).

Cretoxyrhinidae GLYKMAN, 1958: Meist mittelgroße bis große, pelagische Haie, ähnlich den rezenten Lamnidae oder Isuridae. Das Gebiß besteht aus schlanken, dolchförmigen Zähnen mit scharfen Schneiderändern, häufig mit Nebenspitzen und ist geeignet zum Ergreifen und Festhalten großer Beute. In verschiedenen Entwicklungslinien wurde durch Verbreiterung vor allem der Lateralzähne des Oberkiefers auch die schneidende Funktion der Zähne

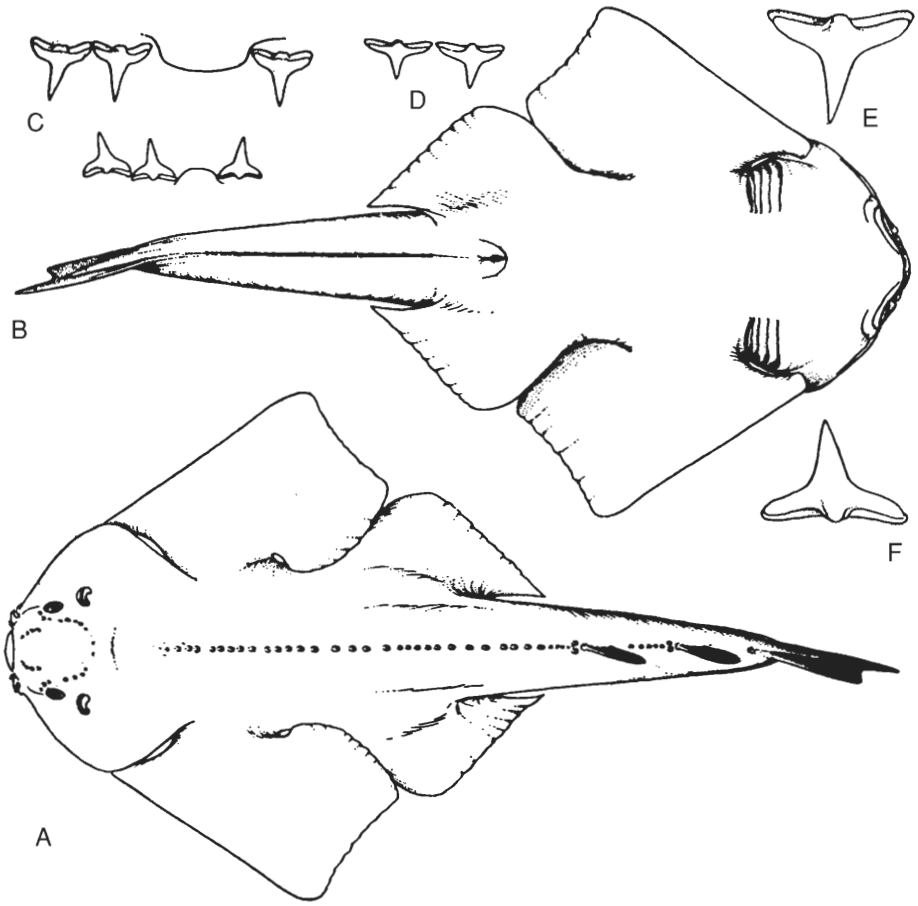
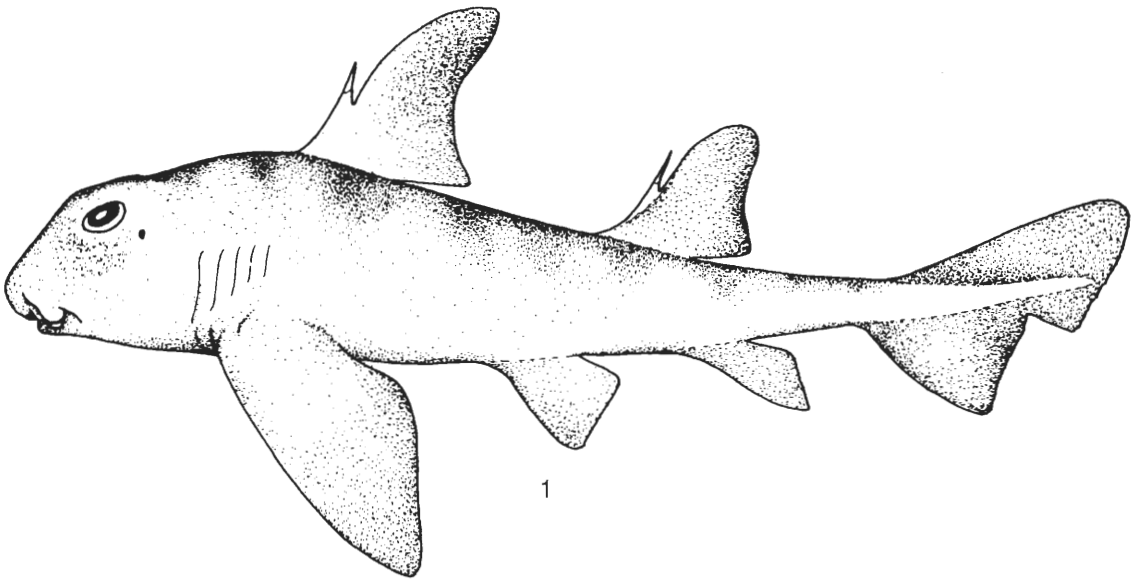


Abb. 25: *Squatina dumeril* (LESUEUR, 1818)
rezent, juveniles Weibchen, Kontinentalabhang an der US-Küste vor New York (aus BIGELOW & SCHROEDER, 1948: Fig. 104-105);
A: ganzes Tier dorsal, B: ventral, C: Zähne Ober und Unterkiefer Symphysenregion, D: Zähne der 8. u. 9. Reihe Unterkiefer, E: 5. Zahn Oberkiefer, F: 5. Zahn Unterkiefer.

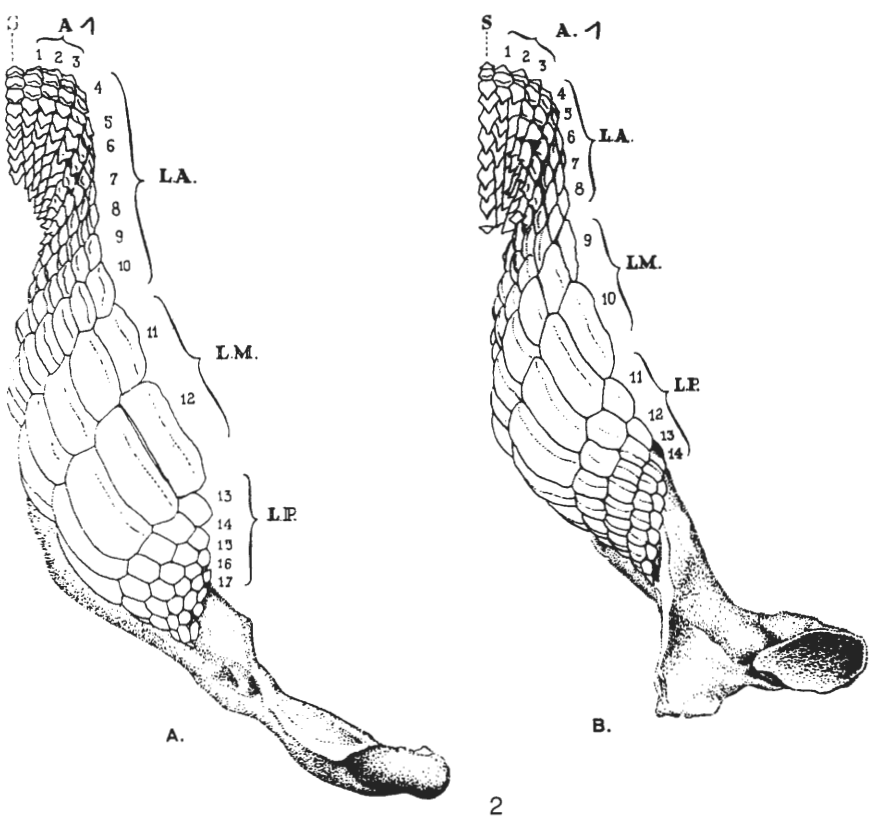
verbessert. Die Nahrung bestand vermutlich (analog zu den rezenten Verwandten) aus allen zu überwältigenden Objekten, vor allem Fischen, aber auch anderer größerer Beute. Zum Vergleich ist in Abb. 29 *Lamna nasus* abgebildet.

Squalicorax WHITLEY, 1939: Die Gattung beinhaltet mittelgroße bis große, pelagische Haie von kosmopolitischer Verbreitung in der höheren Oberkreide, ausschließlich fossil. Das Gebiß mit den großen, dreieckigen Zähnen und gezähnelten Schneiderändern der stratigraphisch jüngeren Arten ist vor allem zum Zertrennen größerer Beute geeignet. Die Zähne ähneln in Form und Funktion stark denen der (nicht näher verwandten!) tertiär-rezenten Gattung *Galeocerdo* („Tigerhaie"). Auffällig ist in dieser Gruppe die phylogenetische Größenzunahme, die jüngsten Vertreter aus dem Maastrichtium besaßen vergleichsweise sehr große Zähne.

Scyliorhinidae GILL, 1862 (Abb. 30 und 31): Überwiegend kleine Haie, die vor allem im flachen Schelfmeer leben und Bodennähe bevorzugen. Einige Gattungen, wie *Apristurus* und *Galeus*, kommen auch in der Tiefsee vor. Zähne wenig differenziert, in beiden Kiefern ähnlich ausgebildet, mit einer Hauptspitze und oft mehreren Paaren Nebenspitzen. Die Nahrung ist vielgestaltig: Fische, Krebse, dünnschalige oder unbeschalte Mollusken etc. Vom Zahntyp her dürften die Palaeospinacidae eine ähnliche Lebens- und Ernährungsweise besessen haben. Wenig detailliert untersucht ist bisher die Zahnmorphologie der Gruppe und bei fossilen Scyliorhiniden wird die Gattung *Scyliorhinus* als Sammelgattung benutzt, obwohl keinesfalls alle der hierher gestellten, auf Zähnen begründeten Arten zu *Scyliorhinus* gehören dürften. Letzten Endes ist die Bestimmung als *„Scyliorhinus"* in manchen Fällen nur eine paläontologische „Notlösung" in Ermangelung von ausreichendem Vergleichsmaterial.



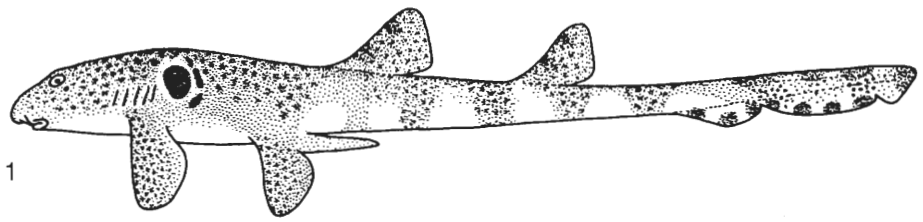
1



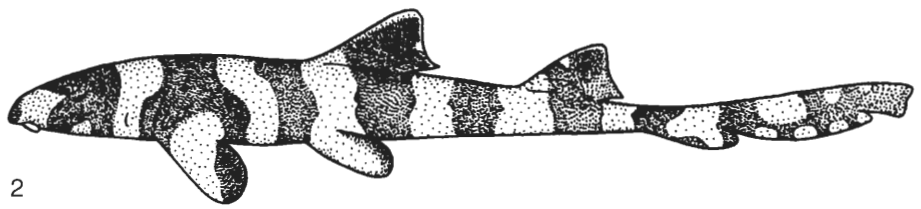
2

Abb. 26: *Heterodontus*
1: *Heterodontus mexicanus* TAYLOR & CASTRO-AGUIRRE, 1972 (aus COMPAGNO, 1984: Fig. S. 159).

2: Gebiß von *Heterodontus philippi* (LACEPEDE)
A: linker Oberkiefer, B: rechter Unterkiefer;S: Zähne Symphysenregion, A: anteriore Zähne, LA: anterolaterale Zähne, LM: mediolaterale Zähne, LP: posterolaterale Zähne.Aus CASIER, 1946: S. 42, Fig. 13.



1



2

3

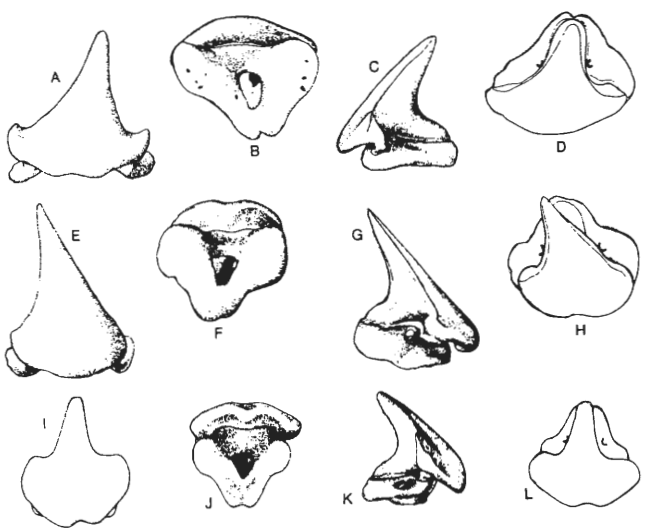


Abb. 27: 1: *Hemiscyllium trispeculare* RICHARDSON, 1843
Nordaustralien (aus COMPAGNO, 1984: Fig. S. 199).

2: *Chiloscyllium indicum* (GMELIN, 1789) Indopazifik (aus COMPAGNO, 1984: Fig. S. 193).

3. Zähne (aus CAPPETTA, 1987: Fig. 66).
A-D: anterolateraler Zahn Unterkiefer von *Chiloscyllium indicum*;
E-H: anterolateraler zahn Unterkiefer von *Chiloscyllium punctatum*;
I-L: anterolateraler Zahn Oberkiefer von *Hemiscyllium ocellatum*.

Abb. 29: *Lamna nasus* (BONNATERRE, 1788)
rezent, US-Ostküste (aus BIGELOW & SCHROEDER, 1948: Fig. 15 und 16)
A-C: juveniles Männchen, A: Lateralansicht des gesamten Tieres, B: Unterseite des Kopfes, C: Nasenöffnung rechts, D: Schuppen, E: Zahnreihen aus dem Ober- und Unterkiefer eines größeren Individuums.

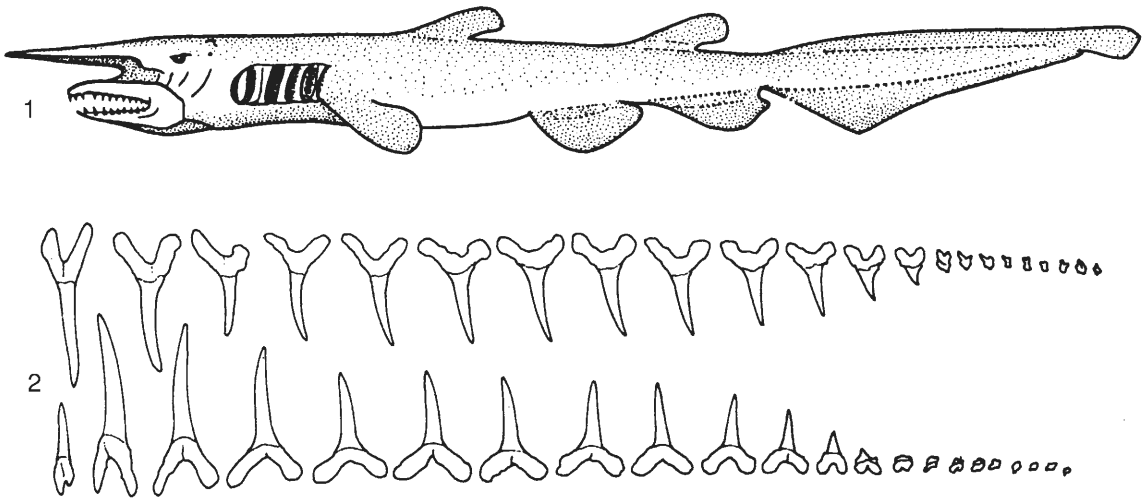
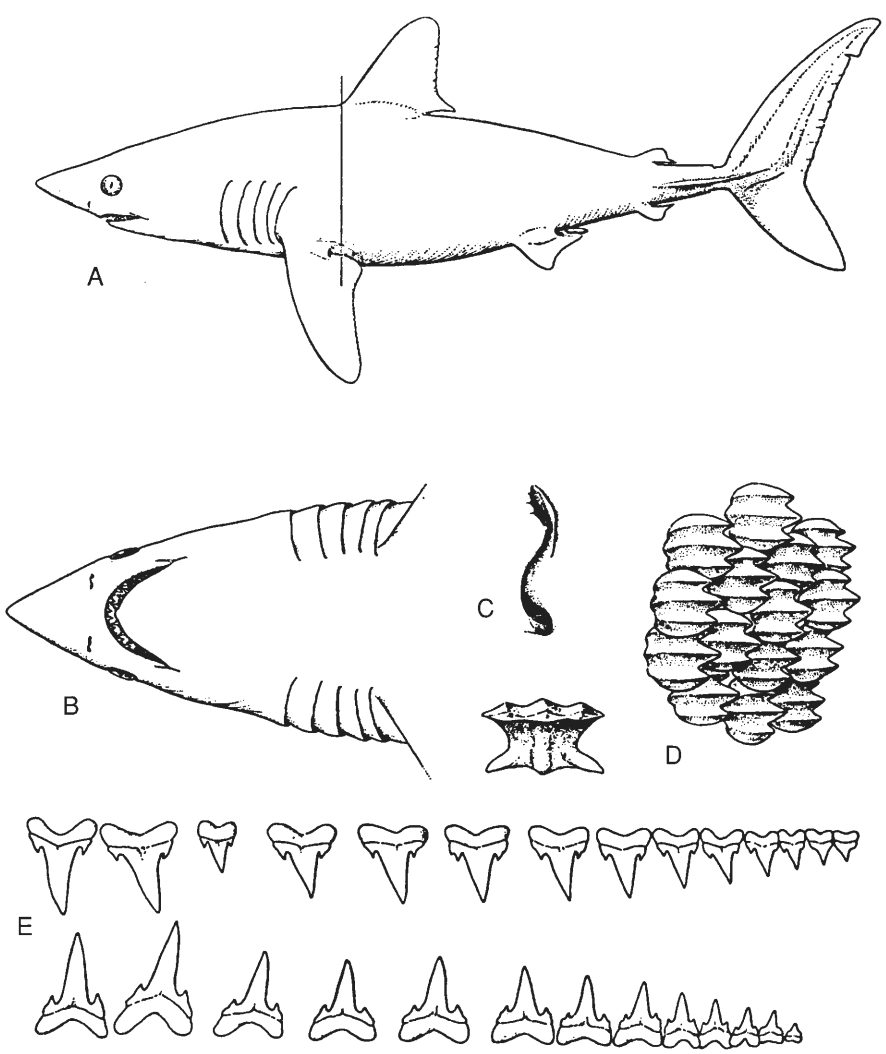


Abb. 28: *Mitsukurina owstoni* JORDAN, 1898
kosmopolitisch (aus COMPAGNO, 1984: Fig. S. 223).
1: ganzes Tier, 2: Zahnreihen Ober- und Unterkiefer.



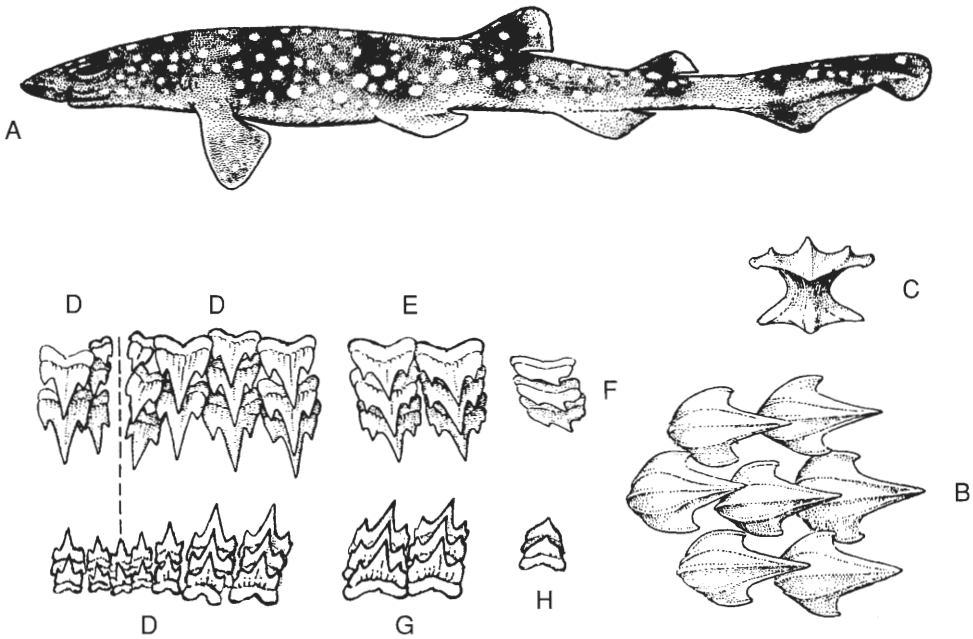


Abb. 30: *Scyliorhinus torrei* HOWELL-RIVERO, 1936
Weibchen 27,6 cm lang, kubanische Küste vor Havanna (aus BIGELOW & SCHROEDER, 1948: Fig. 34)
A: Lateralansicht ganzes Tier, B: Schuppen, Außenseite, C: Schuppe, caudal, D: Zähne Ober-/Unterkiefer Symphysenregion, E: Zähne 12. und 13. Reihe Oberkiefer, F: Zahn Oberkiefer, 19. Reihe, G: Zähne Unterkiefer, 10.-11. Reihe, H: Zahn Unterkiefer 18. Reihe.

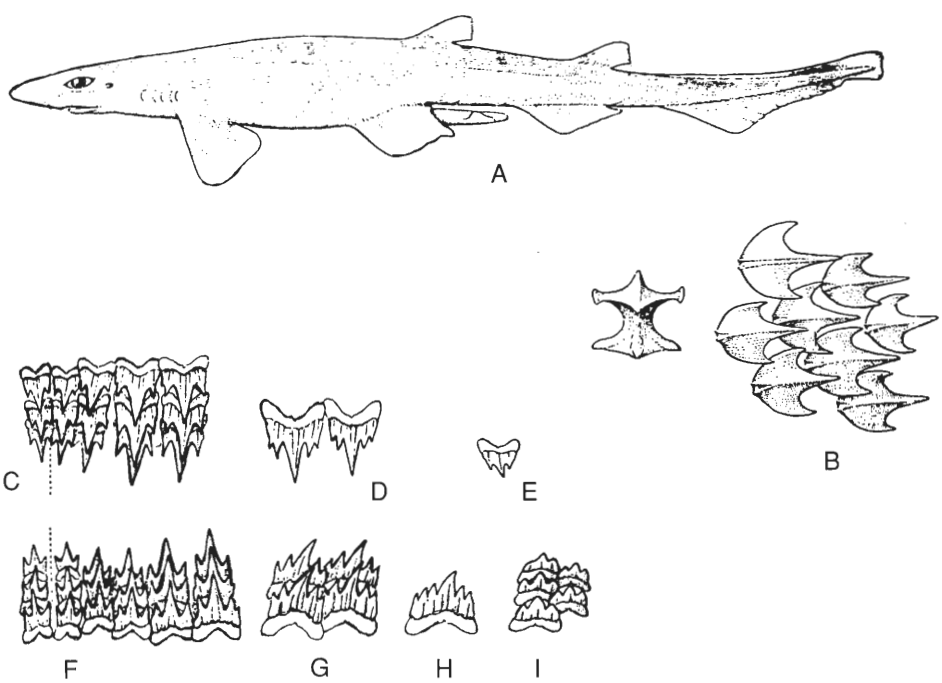


Abb. 31: *Triakis attenuata* GARRICK, 1954
Männchen von 93,2 cm Länge, rezent vor Neuseeland (aus GARRICK, 1954: Textfig. 1 u. 2);
A: Lateralansicht des gesamten Tieres;B-N: Zähne: B: Lateralzahn Unterkiefer links, 6. Reihe, C: Zähne linker Oberkiefer, 4.-5. Reihe, D: dito 17.-18. Reihe, E: dito 41-42.

Reihe, F: dito 47-49. Reihe; G: Zähne linker Unterkiefer, 1.-2. Reihe, H: dito 13.-14. Reihe, I: dito 22-23. Reihe, K: dito 31-32. Reihe, L: dito 44.-45. Reihe, M: dito 51.-52. Reihe und N: dito 56.-57. Reihe; O-R: Placoidschuppen aus oberem Bereich der Körperflanke in Position der 1. Dorsalis, O: Arrangement, P: Schuppe von außen, Q: apical, R: lateral.

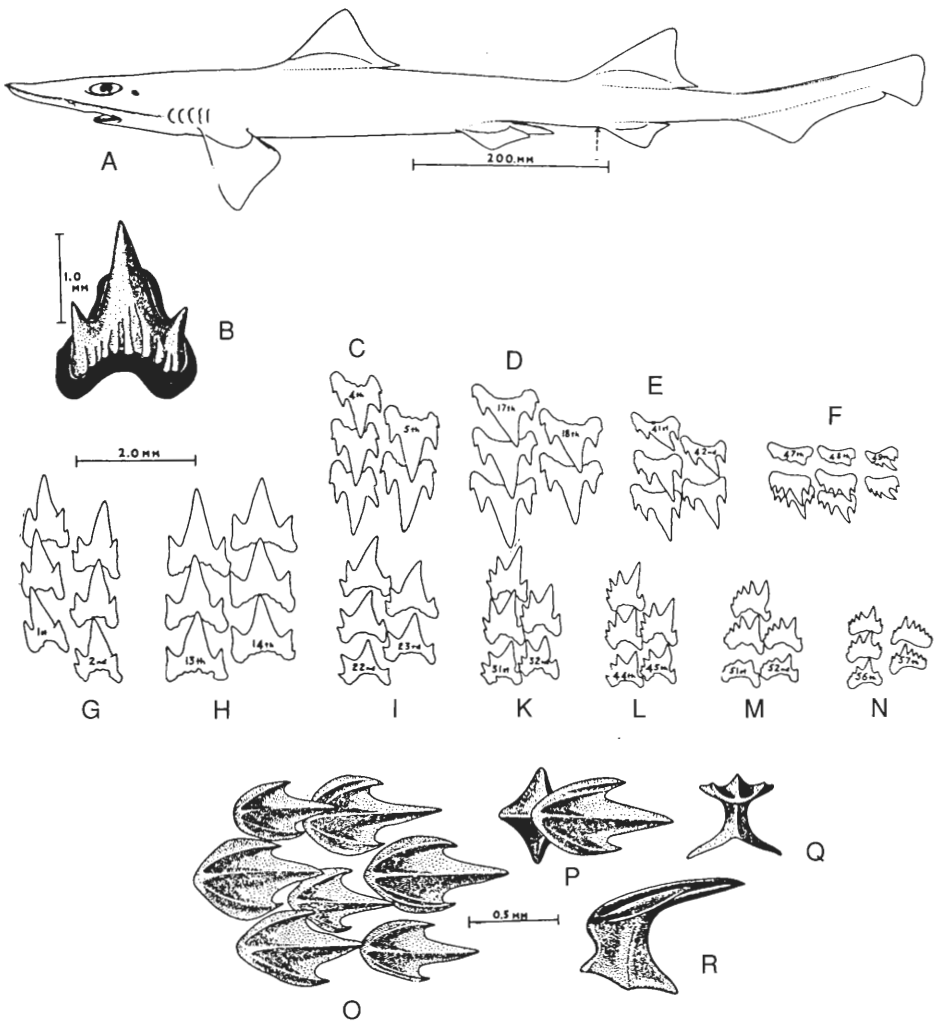


Abb. 32: *Galeus arae* (NICHOLS, 1927)
rezent, vor der kubanischen Nordküste, adultes, 32,4 cm langes Männchen (aus BIGELOW & SCHROEDER, 1948: Fig. 36);
A: ganzes Tier in Lateralansicht, B: Schuppen, C-I: Zähne: C: 1.-5. Reihe Oberkiefer, D: dito 12.-13. Reihe, E: dito 34. Reihe, F: Unterkiefer, 1.-5. Reihe, G: dito 16.-17. Reihe, H: dito 23. Reihe, I: dito 30.-31. Reihe.

Triakidae GRAY, 1851 (Abb. 32): Meist ziemlich kleine Haie der warmen Meere, die vom Schelf bis in die Tiefsee vorkommen. Zähne je nach Art des Nahrungserwerbes unterschiedlich, meist kombinierte Greif- und Schneidefunktion (z. B. *Galeorhinus*). Bei manchen Gattungen (*Mustelus*) kommen rochenähnliche Pflasterzähne vor. Nahrung vielgestaltig: Fische, Crustaceen, Mollusken etc. Die Zähne der kreidezeitlichen Gattung *Paratriakis* und der bis in das Paläozän reichenden Gattung *Palaeogaleus* sind ähnlich denen der rezenten Gattungen *Triakis* und *Galeorhinus*, daraus läßt sich ein ähnlicher Nahrungserwerb ableiten.

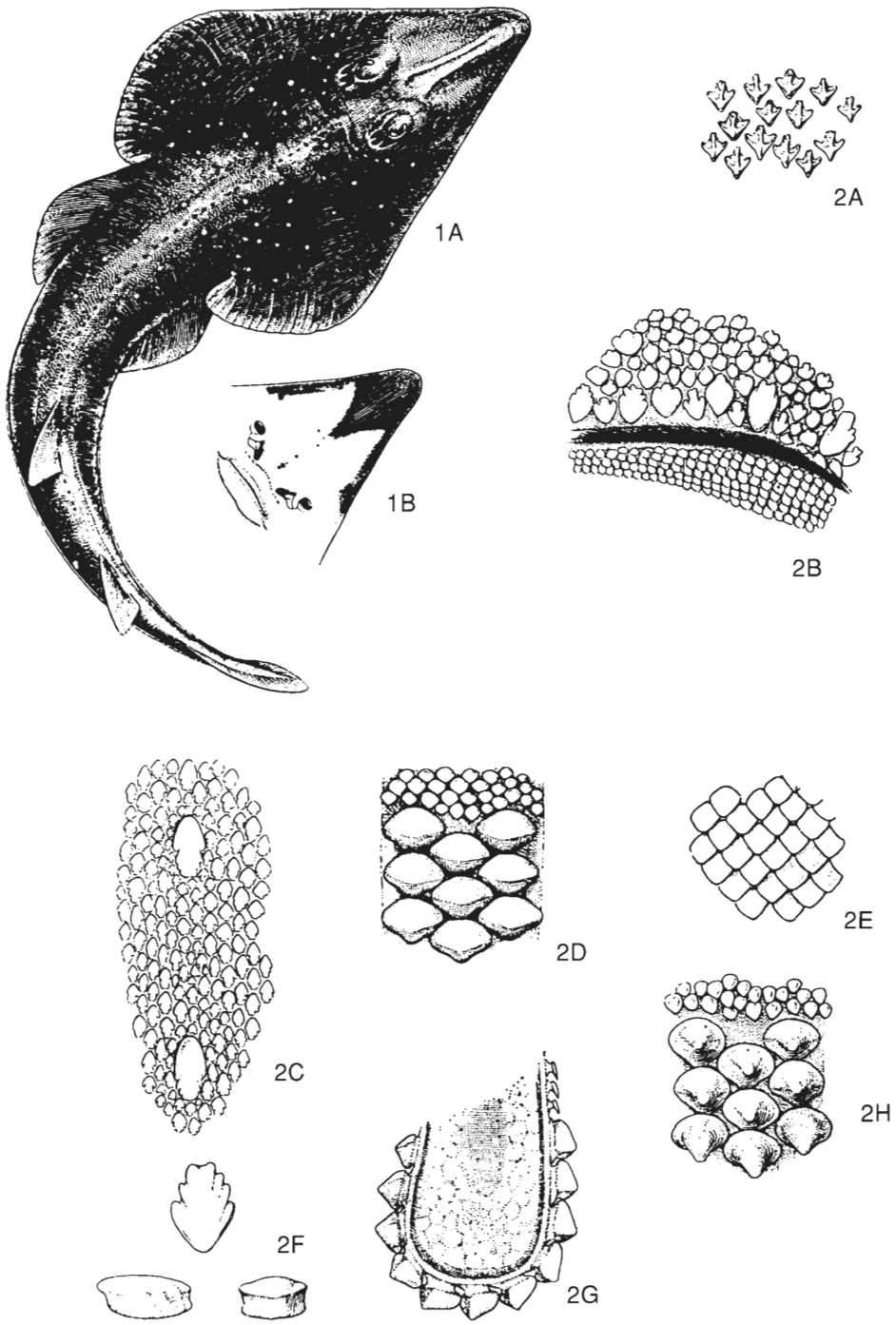


Abb. 33: 1: *Rhinobatos percellens*
Weibchen, 56 cm lang, Atlantik vor Rio de Janeiro (aus BIGELOW & SCHROEDER, 1953: Fig. 16);
A: Gesamtansicht dorsal, B: ventral, Mundregion.
2: *Rhinobatos lentiginosus*, (aus BIGELOW & SCHROEDER, 1953: Fig. 15)
A: Schuppen von der seitlichen Schnauzenregion eines Männchens, B: dito obere Orbitalregion eines Weibchens, C: dito aus Seitenlinienbereich hinterer Körperabschnitt, Weibchen, D: Kieferzähne und Schuppen (oben) aus mittl. Kieferbereich, Weibchen, E: Schuppen aus unterem Bereich der Pectoralis, Männchen, F: dito vom Rücken (Dorsallinie), Weibchen, G: Querschnitt Oberkiefer (gleiches Individuum wie F), mit Kieferzähnen (groß) und Schuppen (klein), H: Placoidschuppen der Oberlippe (klein) und Kieferzähne (groß) eines adulten Männchens.

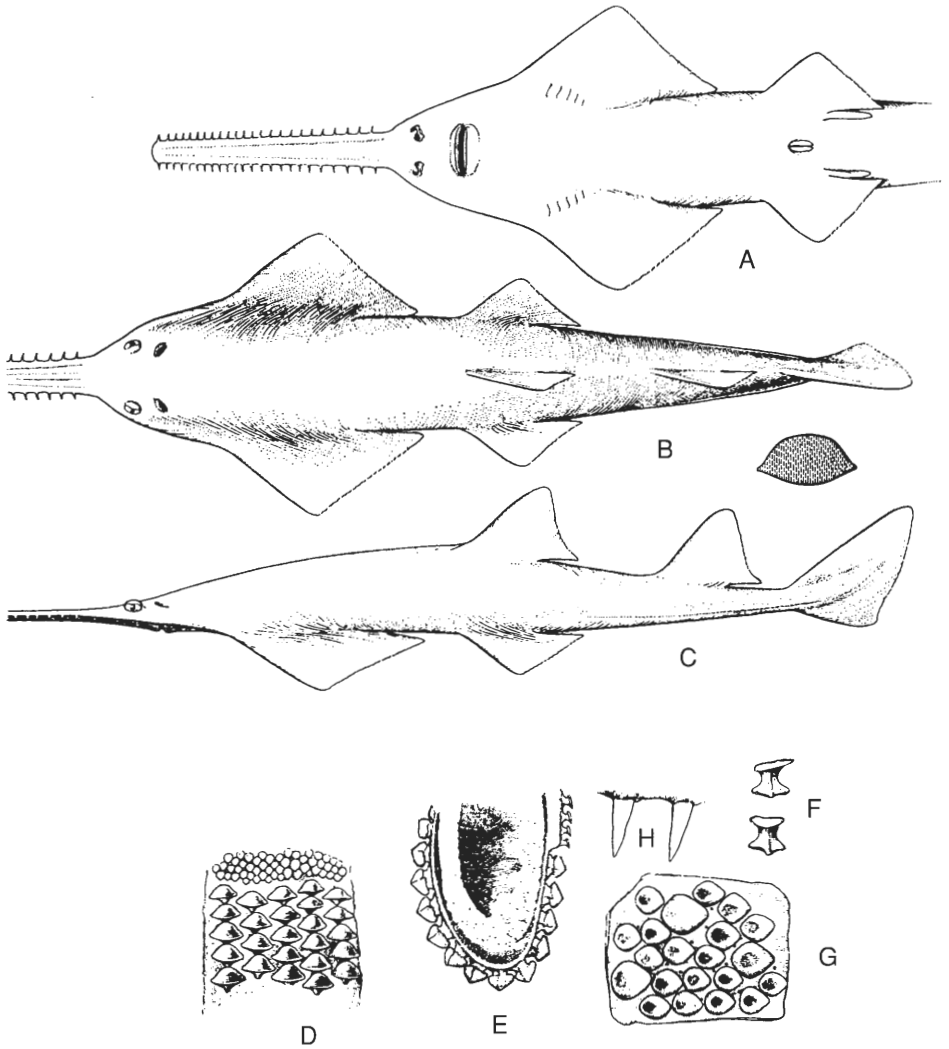


Abb. 34: *Pristis pectinatus* juveniles
Männchen, 139,6cm lang, rezent, Küste von Texas (aus BIGELOW & SCHROEDER, 1953: Fig. 3);
A: Tier ventral, B: dorsal, C: lateral, D: Zähne (groß) und Schuppen (klein) vom zentralen Bereich des Oberkiefers, E: Querschnitt des Oberkiefers mit Zähnen (groß) und Schuppen (klein), F: Schuppe lateral und anterior, G: Schuppen vom oberen Bereich der Körperflanke (Position 1. Dorsalis), H: Rostral- oder Säge-Zähne eines anderen Individuums.

Rhinobatidae MÜLLER & HENLE, 1838 (Abb. 33): Die Geigenrochen dieser eine größere Anzahl von Gattungen umfassenden Familie bewohnen den Boden warmer Meere, vor allem der Schelfregion. Einige Arten gehen jedoch auch in größere Tiefen. Zähne vom Pflasterzahn-Typus, geeignet zum Zerkleinern hartschaliger Nahrung (Echinodermen, Mollusken, Crustaceen etc.). Die zahlreichen, sehr kleinen Zähne stehen in vielen Reihen in den Kiefern

Sclerorhynchidae CAPPETTA, 1974: Ausschließlich fossile Familie von meist kleinwüchsigen Sägerochen, die in Bau und Funktion des Rostrums, der Rostral- und Oralzähne viele Parallelen zu tertiär-rezenten Familie Pristidae (Abb. 34) zeigt. Wie die Pristidae dürften auch die Sclerorhynchidae vor allem die flacheren Schelfregionen warmer Meere bewohnt haben.

Die Zusammenstellung wichtiger ökologischer Daten von rezenten Verwandten oder vergleichbaren Taxa der campanen Arten des Münsterlandes zeigt ein sehr heterogenes Bild, sofern die ökologischen Ansprüche der einzelnen Gattungen oder deren nächsten rezenten Verwandten sich nicht wesentlich über diesen langen Zeitraum von 70 bis 80 Millionen Jahren verändert haben. Wie weit solche Veränderungen stattgefunden haben, läßt sich jedoch einigermaßen kontrollieren, wenn man Selachier-Faunen von der Oberkreide bis rezent betrachtet. Der Untersuchungsgrad der tertiären Faunen reicht für entsprechende Schlußfolgerungen aus. Auch die Oberkreide-Faunen Europas, der Mittelmeerregion und Nordamerikas sind inzwischen recht gut untersucht. Zumindest gilt dies für Schelfmeergemeinschaften. Wenig weiß man jedoch über Tiefseefaunen, sowohl aus der Oberkreide als auch aus dem Tertiär.

Viele der hier im Campanium des Münsterlandes nachgewiesenen Gattungen gehören zu solchen, die in neritischen Faunen Europas weit verbreitet und mehr oder weniger häufig sind. Hierzu gehören *Ptychodus*, Hexanchidae, *Centrophoroides, Squatina, Heterodontus*, Orectolobiformes, Mitsukurinidae, Cretoxyrhinidae, Anacoracidae, Palaeospinacidae, Scyliorhinidae, Triakidae und Rhinobatidae. Es sind entweder neritische Faunenelemente oder epipelagische. Der Lebensraum der epipelagischen Formen reicht vom küstennahen Flachwasser bis in ozeanische Regionen, sie sind zum großen Teil echte Kosmopoliten (z. B. Mitsukurinidae, Cretoxyrhinidae, Anacoracidae) und lassen sich zum großen Teil weltweit nachweisen. Bei den enger neritischen Gattungen sind die regionalen Unterschiede in der Zusammensetzung der Faunen naturgemäß wesentlich auffälliger. An dieser Tatsache ist an sich nichts aufregend Neues zu erkennen. Die Fakten sind schon länger bekannt und bedürfen keiner weiteren Erörterungen. Eine eingehendere paläobiogeographische Analyse ist beispielsweise bei HERMAN (1977) nachzulesen. Durch die in den letzten Jahren verstärkt einsetzende Bearbeitung von sehr kleinwüchsigem Material sind indessen in diesem kurzen Zeitraum zahlreiche neue Taxa gefunden worden, welche das Bild noch abrunden.

Die Verfolgung der Entwicklung einzelner Gruppen durch Raum und Zeit zeigt, daß sich bei vielen Gattungen von der Oberkreide bis heute in den ökologischen Ansprüchen wenig geändert hat. Die meisten neritischen Faunenelemente sind auch in tertiären Faunen ähnlicher Lebensbereiche vertreten, sofern sie nicht ausstarben (z. B. Ptyochodontidae). In unserem Falle betrifft das vor allem Heterodontidae, Orectolobiformes, Scyliorhinidae, Triakidae und Rhinobatidae. Manche Gattungen dieser Gruppen haben im Laufe der Evolution zusätzlich noch neue Lebensräume erschlossen (Tiefsee – z. B. Scyliorhinidae oder Triakidae).

Für einige Gruppen kann man jedoch eine deutliche Veränderung der Lebensweise im Laufe der Evolution beobachten. In der Kreide beispielweise sind die Gattungen der Familie Mitsukurinidae (in erster Linie *Scapanorhynchus*) in neritischen Gemeinschaften sehr häufig, im älteren Paläogen immer noch recht gut vertreten durch Arten der Gattung *Anomotodon*. Im jüngeren Tertiär fehlen Vertreter dieser Familie fast völlig in neritischen Faunen und der einzige rezente Vertreter, *Mitsukurina owstoni* JORDAN, 1898, lebt in größeren Tiefen. Tertiäre Vorläufer sind *M. lineata* (PROBST, 1879) und *M. maslinensis* (PLEDGE, 1967). *M. lineata* kommt in der oberen Meeresmolasse Südwestdeutschlands vor und ist in bathyalen Ablagerungen des Miozän im Rhonebecken häufig (CAPPETTA, 1986). Weiterhin wurde die Gattung beispielweise auch in bathyalen oligozänen Sedimenten Kaliforniens nachgewiesen (PHILLIPS, WELTON & WELTON, 1976). Ein ähnlicher Trend zur Abwanderung in die Tiefsee ist unter anderem bei den Hexanchidae festzustellen. Die Ursache dieser Abwanderung in die Tiefsee im Laufe des Tertiär ist wohl vor allem in der Konkurrenz durch modernere und erfolgreichere Gruppen zu suchen. Hier sind vor allem die Carcharhinidae zu nennen, welche im jüngeren Tertiär eine Phase beschleunigter Evolution durchliefen und mit vielen Arten heute das beherrschende Element der neritischen Selachierfaunen bilden. Vor allem diese Gruppe verdrängte zahlreiche ältere Faunenelemente aus den neritischen Lebensräumen, welche entweder ausstarben oder in die vermutlich faunistisch noch unterbesetzte Tiefsee ausweichen konnten.

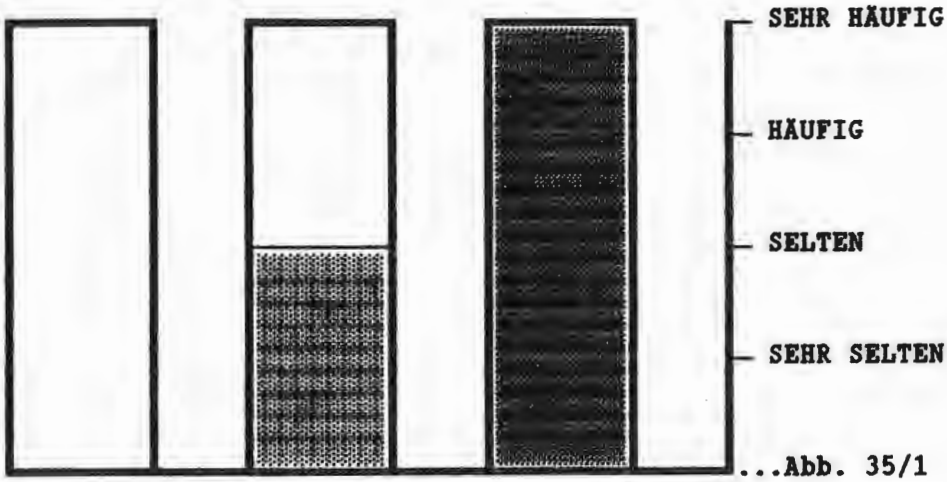
Von besonderem Interesse sind hier die Vertreter der Familie Squalidae, da es sich hier offenbar teilweise um primäre Tiefseebewohner handelt, jedenfalls muß diese Gruppe die Tiefsee schon sehr frühzeitig in ihrer Evolution besiedelt haben. Für diese Annahme sprechen gute Gründe und diese für die Münsterländer Oberkreide so wichtige und häufige Gruppe soll nachfolgend etwas ausführlicher erörtert werden.

Als älteste Gattung der Familie Squalidae wird von vielen Autoren *Squalogaleus* MAISEY, 1976 aus dem oberen Jura (Tithonium) angesehen (siehe CAPPETTA, 1987). Abgesehen davon, daß das schlecht erhaltene Typusmaterial von anderen Autoren ganz anders interpretiert wird (THIES, 1983 verweist darauf, daß einige Angaben bei MAISEY auf Beobachtungsfehlern beruhen und das von MAISEY als *Squalogaleus* bestimmte Exemplar ein juveniler *Protospinax annectans* WOODWARD, 1919 sei), sind die Unterschiede in der Zahnmorphologie zwischen „*Squalogaleus*" und den bislang ältesten bekannten, durch Kieferzähne repräsentierten echten Squaliden aus der Unterkreide (Gattung *Protosqalus* CAPPETTA, 1977) recht bedeutend. Das Problem *Protospinax-Squalogaleus* muß durch weitere Untersuchungen geklärt werden. Es scheint jedoch so, daß *Squalogaleus* eine Fehlbestimmung ist und dieser Name vermutlich ein Synonym zu *Protospinax* darstellt. Zu den unmittelbaren Ahnen der Squalidae sind die Protospinacidae nicht zu rechnen. Schwer interpretierbar ist ein weiterer früher ?Squalide (*Centropterus lividus* COSTA, 1861) aus der italienischen Unterkreide (Aptium). Dem Skelettfragment fehlen die Kiefer mit der Bezahnung.

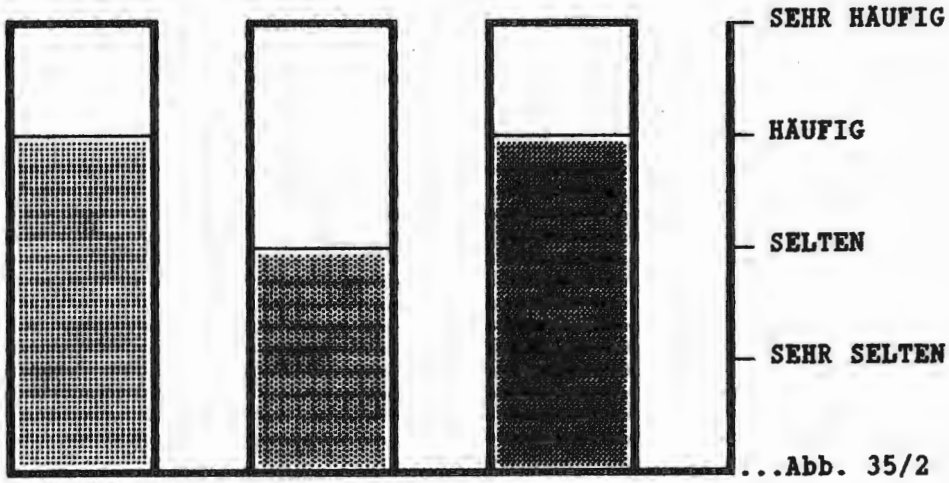
Die Zähne von *Protosqualus* CAPPETTA, 1977 (*P. albertsi* THIES, 1981 aus dem Barremium von Norddeutschland und *P. sigei* CAPPETTA, 1977 aus dem Albium von Nordfrankreich) entsprechen in ihrer Morphologie schon weitgehend dem *Squalus*-Typ. Dieser Typ findet sich in der Oberkreide bei *Centrophoroides* DAVIS, 1887 (Santonium bis Maastrichtium) und *Centrosqualus* SIGNEUX, 1950 (Santonium). Er ist in der Gattung *Squalus* LINNAEUS, 1758 von Campanium bis rezent nachzuweisen, eine rein paläogene Gattung mit analogem Zahnbau ist *Megasqualus* HERMAN, 1982. Bisher nur rezent bekannt ist *Cirrhigaleus* TANAKA, 1912. Es handelt sich offenbar um den ursprünglichsten bisher sicher bekannten Zahntyp bei Squalidae und repräsentiert den Konservativ-Typus. Dies hängt offensichtlich mit der Lebensweise dieser Gruppe zusammen, denn nach den verfügbaren Daten sind die genannten Gattungen die einzigen innerhalb der Familie Squalidae, die wenigstens teilweise neritische Lebensräume besiedelt haben. Hier trifft ein gewisser Konservativismus in der Lebensweise mit dem der Ausbildung der Kieferzähne zusammen.

Alle anderen Gattungen dieser Familie sind als mehr oder weniger bathyale Gattungen anzusehen. Sie finden sich in tertiären Flachseeablagerungen so gut wie überhaupt nicht und auch in neritischen Ablagerungen der Oberkreide fehlen sie weitgehend. Diese Gattungen zeichnen sich durchweg durch ein Merkmal aus: Die Zähne sind gegenüber dem *Squalus*-Typ stark modifiziert und die Homodentie der *Squalus*-Gruppe wird durch eine mehr oder weniger starke dignathe Heterodontie ersetzt, Ausdruck einer Adaption an bestimmte Beuteobjekte im speziellen Lebensraum Tiefsee. Diese Veränderungen in der Gebißstruktur sind in der Oberkreide bereits voll entwickelt und manche der hier nachgewiesenen Taxa können sogar rezenten Gattungen zugeordnet werden (*Centroscymnus*). Die Übereinstimmung im Muster der Bezahnung zwischen rezenten und fossilen Formen sowie die weitgehend fehlenden Nachweise solcher Gattungen in neritischen Ablagerungen der Oberkreide und des Tertiär berechtigen zu dem Schluß, daß diese Gattungen bereits in der Oberkreide eine bathyale Lebensweise geführt haben und daß sich hier schon eine dem rezenten Bild sehr gut vergleichbare bathyale Squalidae-Fauna etabliert hat. Hinzu kommen einige Actinopterygier, bei denen teilweise schon Lumineszens-Organe entwickelt sind (z. B. *Telepholis acrocephalus* VON DER MARCK und *Telepholis biantennatus* VON DER MARCK im Münsterländer Campanium – siehe SIEGFRIED, 1954). Der Nahrungserwerb dieser kleinwüchsigen Selachier läßt weiterhin den Schluß zu, daß auch andere Gruppen, die als Beute in Frage kommen, schon an Tiefwasserlebensräume angepaßt waren. Hier ist an erster Linie an Cephalopoden zu denken (Coleoidea), die leider kaum ein fossilisationsfähiges Potential besitzen und daher direkt auch kaum nachweisbar sind. In den rezenten Faunen stellen solche Cephalopoden, häufig sehr kleinwüchsig und mit Leuchtorganen versehen (z. B. *Amphitretus*, *Callitheutis*, *Cirrothauma*, *Pterygioteuthis* u. a.), einen wichtigen Teil der Nahrung von Tiefsee-Squalidae dar. Weitere, ebenfalls kaum fossilisationsfähige Beutetiere sind Medusen, Pfeilwürmer, Crustaceen und Tunikaten.

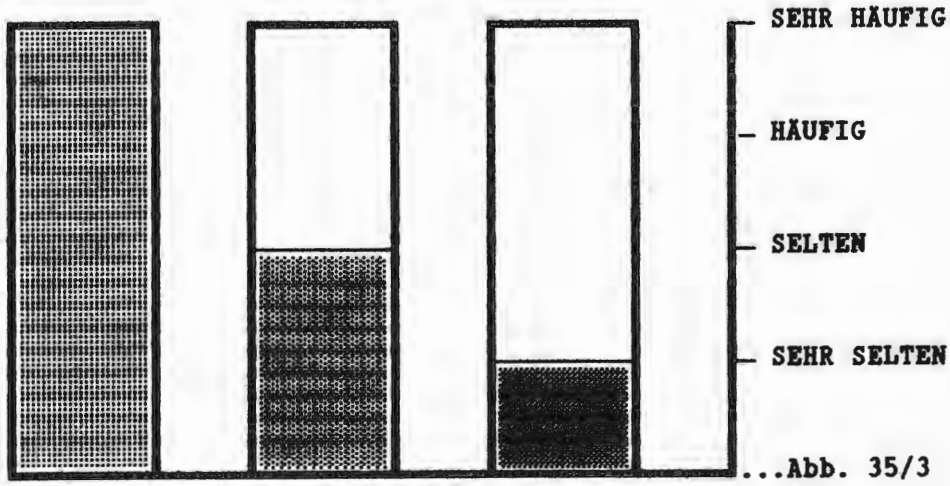
Im höheren Campanium des Münsterlandes stellen die Tiefwasser-Gattungen wie *Centroscymnus* und *Cretascymnus* an vielen Fundorten den wesentlichen Anteil an der quantitativen Zusammensetzung der Selachier-Gemeinschaften und es ist bisher auch überregional kein anderes Gebiet in der Oberkreide bekannt mit einer derartigen Selachierfauna. In der Schreibkreidefazies Norddeutschlands (Maastrichtium), deren Sedimentationsraum von neueren Autoren als recht tief angesehen wird, kommen einige Taxa vor (HERMAN, 1982). Neues Material wurde auch im Campanium der Umgebung von Hannover gefunden (unpubliziert, pers.



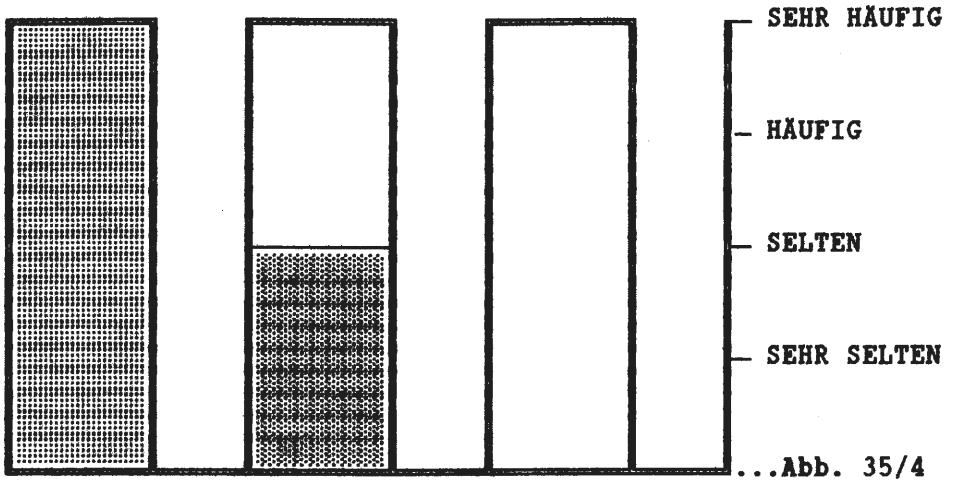
...Abb. 35/1

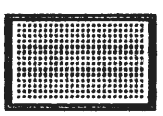


...Abb. 35/2

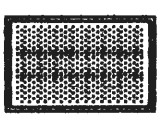


...Abb. 35/3

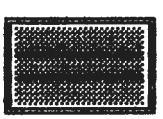




TIEFWASSER-ELEMENTE:
Squalidae: *Centroscymnus*
Cretascymnus
Eoetmopterus
Deaninae? gen. et sp. indet.



PELAGISCHE ELEMENTE:
Cretoxyrhinidae: *Cretoxyrhina*
Anacoracidae: *Squalicorax*
Mitsukurinidae: *Scapanorhynchus, Anomotodon*



SCHELF-ELEMENTE:
Squalidae: *Centrophoroides, Squalus*
Orectolobiformes: *Hemiscyllium, Chiloscyllium*
Triakidae: *Paratriakis, Palaeogaleus*
Scyliorhinidae: *Scyliorhinus*
Rhinobatidae: *Rhinobatos*

Abb. 35: Zusammensetzung verschiedener Faunentypen.

35/1: Neritischer Faunentyp (Schelf-Fauna) – Osterwicker Schichten von Buldern.

35/2: Mischtyp 1 – proximaler Turbidit (Basis eines randnahen Suspensionsstromes – z. B. Basis Billerbecker Grünsandstein, Billerbeck 001).

35/3: Mischtyp 2 – distaler Turbidit (z. B. Fischzahn-Calcisphären-Brekzien der Beckumer Schichten).

35/4: Bathyale/Pelagische Gemeinschaft ohne neritische Elemente (z. B. Tonmergel der Beckumer Schichten).

Mitt. D. THIES). In beiden Fällen handelt es sich jedoch um seltenere Funde, die mit der Häufigkeit im Campanium des Münsterlandes nicht konkurrieren können. Hier kann man *Cretascymnus* und *Centroscymnus* geradezu als Charakterformen bezeichnen, deren Zähne sich fast überall schnell finden lassen.

Der Nachweis eines teilweise massenhaften Auftretens von bathyalen Squalidae-Arten im höheren Campanium des Münsterlandes gibt der Diskussion um die Wassertiefe im höheren Campanium des Münsterlandes neue Impulse. Bereits SIEGFRIED (1954) stellte in seiner Analyse der gesamten Münsterländer Ichthyofauna fest, daß ein hoher Anteil der Actinopterygier zu bathypelagischen Gruppen gehört. Er meinte aber auch, daß diese Faunenelemente in einem Sediment von Flachmeercharakter gefunden seien, zusammen mit neritischen Faunenelemen-

ten. Dieser Widerspruch wurde mit Einschwemmungen (Verdriften durch Meeresströmungen und Sturmereignisse) zu erklären versucht, wodurch die an sich milieufremden bathyalen Faunenelemente in den Flachwasserraum der abgeschlossenen (!) Bucht des Münsterländer Kreidebeckens verbracht worden sein sollen. WEGNER (1926) nahm sogar einen katastrophenartigen Meereseinbruch an. Diese Deutungsversuche sind jedoch inzwischen überholt. Die alleinige Konzentration auf die bekannten Skelettfunde ließ die Tatsache übersehen, daß aufgrund der isolierten Zähne die Anwesenheit von bathyalen Fischen (vor allem Selachier) das eigentlich Charakteristische ist und daß andere Faunenelemente weitgehend fehlen! Darin unterscheidet sich die Selachierfauna des höheren Campanium des Münsterlandes sehr deutlich von den bisher beschriebenen westeuropäischen Oberkreidefaunen. Exemplarisch vorgeführt werden kann dies durch die Gegenüberstellung der Faunen des tieferen Campaniums des Aachener Raumes (ALBERS & WEILER, 1964) und Belgiens (HERMAN, 1977) (siehe Tab. 3). Das Münsterländer Kreidebecken ist im Campanium tatsächlich wohl wesentlich tiefer gewesen als bisher angenommen und jedenfalls tief genug, um die Etablierung einer bathyalen Fauna zu ermöglichen. Paläo-Wassertiefen zwischen 200 und 4-600m im Beckenzentrum (Ostmünsterland) sind anzunehmen.

Die Faunenspektren der einzelnen Fundpunkte differieren nun teilweise erheblich voneinander und vielerorts kommen tatsächlich neritische und bathypelagische Taxa in wechselnden quantitativen Verhältnissen zusammen vor. Es ergibt sich dann das gleiche Bild, wie es schon bei den Skelettfunden beobachtet worden ist und zu den Mißdeutungen führte. An einigen untersuchten Fundpunkten wurden fast rein neritische Gemeinschaften angetroffen, zu nennen ist vor allem die Grube der Ziegelei Buldern (U. Osterwicker Schichten). In dieser Gemeinschaft fehlen bathyale Taxa fast völlig und die Zusammensetzung entspricht Faunen ähnlicher Provinienz aus dem Campanium Westeuropas (Abb. 35/1).

Häufig und weit verbreitet ist ein zweiter Faunentyp, der eine Mischung neritischer, epipelagischer und bathypelagischer Elemente enthält, wobei diese verschiedenen Faunenelemente quantitativ häufig recht gleichwertig vertreten sind (Abb. 35/2). Dieser Typ stellt die artenreichsten Faunen (zum Beispiel Basis Billerbecker Grünsandstein) und ist vom Standpunkt der Gewinnung von möglichst umfangreichem Fossilmaterial der interessanteste Typ. Er ist vor allem im oberen Campanium (Coesfelder und Baumberger Schichten) des westlichen Münsterlandes anzutreffen.

Durch „Abmagerung" des Anteils neritischer Faunenelemente geht der oben genannte Mischtyp in einen Mischtyp über, der schon weitgehend von bathypelagischen Elementen dominiert wird, verbunden mit einem meist hohen Anteil von epipelagischen (meist Enchodontidae – Selachier) Taxa (Abb. 35/3). Dieser Typ ist charakteristisch für die dünnen Fischzahn-Calcisphären-Brekzien der Beckumer und Vorhelmer Schichten der Ostmünsterländer Fazies. Er ist auch in ähnlichen Fischzahn-Horizonten im Stadtgebiet von Münster (z. B. Halde der alten Strontianitgrube Gievenbeck – leg. W. RIEGRAF: vermutlich Vorhelmer Schichten) anzutreffen.

Der vierte Faunentyp schließlich (Abb. 35/4) besteht fast nur aus bathypelagischen Formen (*Centroscymnus* und *Cretascymnus* sowie einige seltene andere Squalidae, derzeit noch nicht sicher bestimmbar). Begleitfauna sind wiederum vor allem Zähne von Enchodontidae. Dieser Faunentyp ist vor allem in den Tonmergeln der Ostmünsterländer Fazies anzutreffen (Beckumer und Vorhelmer Schichten). Er läßt sich nach Westen und Nordwesten etwa bis in Höhe des Stadtgebietes von Münster verfolgen.

Die unterschiedliche Zusammensetzung der Faunen und die Mischfaunen sind nicht auf ein solches Verdriften von einzelnen Faunenelementen zurückzuführen, wie sie noch von SIEGFRIED (1954) angenommen wurde. Dagegen spricht das massenhafte und keineswegs sporadische Vorkommen der fraglichen Taxa. Vielmehr handelt es sich um zum großen Teil postmortale Durchmischungen durch sedimentäre Prozesse. Als autochthone oder parautochthone Gemeinschaften können die rein neritischen Gemeinschaften (Untere Osterwicker Schichten, Buldern) und die rein epi- bis bathypelagischen Gemeinschaften (Tonmergel der Beckumer und Vorhelmer Schichten) angesehen werden.

Von einigen Autoren wurde bereits vor Jahren auf bestimmte Erscheinungen hingewiesen. So haben sich VOIGT & HÄNTZSCHEL mit der Ostmünsterländer Fazies beschäftigt und dabei auf zahlreiche sedimentologische und paläontologische Beobachtungen verwiesen, welche die

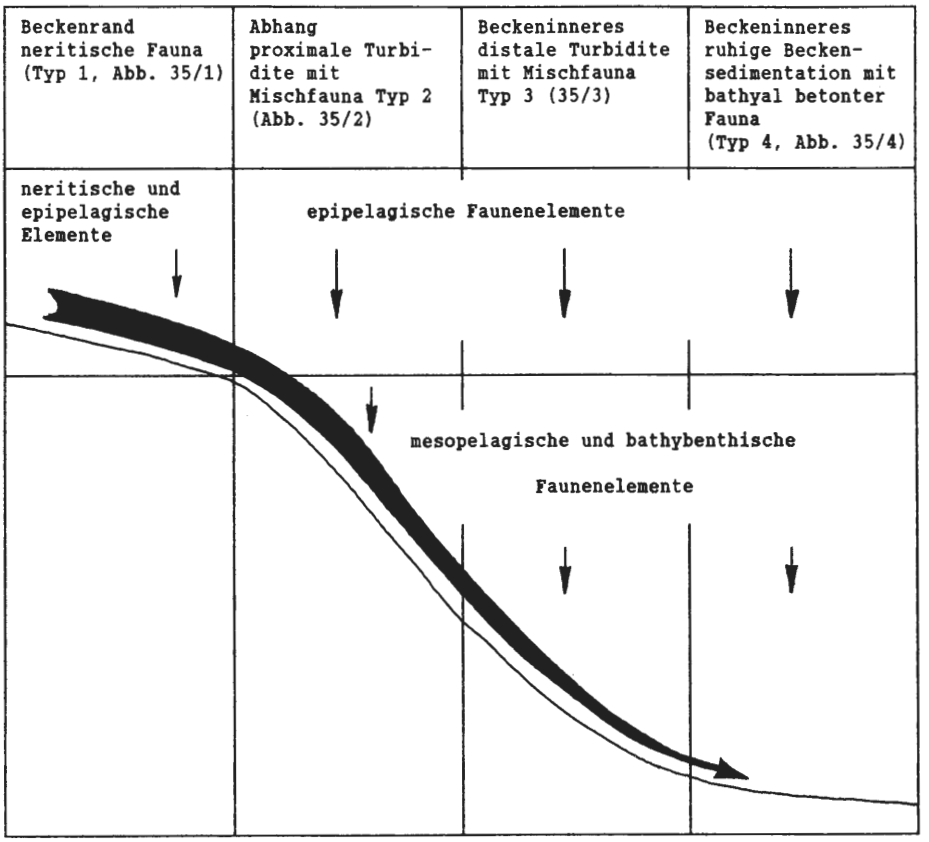


Abb. 36: Schematische Darstellung zur Bildung der verschiedenen Faunengemeinschaften.

Beckumer und die Vorhelmer Schichten mit Flyschsedimenten gemein haben (rhythmische Sedimentschüttungen – Turbidite mit gradierter Schichtung und ausgeprägten BOUMA-Zyklen, Rutschmassen und Rutschfalten -„Bärsteine" etc). Hinzu kommen als paläontologisch wichtige Fakten Ichnofossilien, wie sie für Flyschablagerungen charakteristisch sind („*Nereites*", „*Palaeodictyon*"). Auch den Baumberger Werkstein sahen diese Autoren als Ablagerung eines Suspensionsstromes an, diese Meinung wurde von KEMPER (1971) wiederholt. All diese älteren Beobachtungen sind inzwischen durch zahlreiche eigene Geländeuntersuchungen sowie durch faunistische Belege weiter erhärtet worden (MÜLLER & RIEGRAF, 1988), die sich zu folgendem Bild fügen:

Im Campanium begann sich das Münsterländer Becken deutlich einzutiefen, mit einer etwa NW-SE verlaufenden Beckenachse (Altenberge-Münster-Beckum). Im höheren Campanium (Beckumer u. Vorhelmer Schichten) erreichte diese Subsidenz einen Höhepunkt und es wurden Wassertiefen von mehreren 100m erreicht, welches die Voraussetzung für die Einwanderung einer bathyalen Lebensgemeinschaft schuf. Die Subsidenz erfolgte wohl nicht ruhig und gleichmäßig, sondern war begleitet von Phasen stärkerer tektonischer Unruhe. Weiterhin wurde durch die Absenkung ein starkes Relief geschaffen, mit erheblichen Niveau-Unterschieden zwischen regionalen Hochlagen (hier vor allem der Winterswijker Sattel) und dem Beckenzentrum. Von diesen Hochlagen lösten sich aufgrund der Reliefenergie regelmäßig Suspensionströme, die klastisches Material und den Fauneninhalt aus den Flachwasserbereichen in das Beckeninnere transportierten. Dabei kam es zu einer Durchmischung von organischen Resten verschiedener Sedimentations- und Lebensräume. Die in solchen Fällen übliche gravitative Sortierung sorgte für die Anreicherung der schweren Komponenten (dazu gehören u. a. die Fischzähne und andere größere oder schwerere Fossilreste, aber auch Glaukonitaggregate) an der Basis solcher Suspensionsströme. Von Nordwesten (Winterswijker Sattel) nach Südosten, mit der Abnahme der Transportkraft dieser Suspensionsströme, dünnten diese Schüttungen immer weiter aus und der Anteil grober Sedimentpartikel nahm kontinuierlich

ab. Während der (in mehreren Phasen geschüttete) Baumberger „Sandstein" noch ein mächtiges Schichtpaket darstellt, mit den gröbsten Komponenten (Schwammfetzen, Echinodermenreste, Brachiopoden etc.) in der Bohnenschicht an der Basis und Glaukonitseifen an der Basis der mittleren Bank (in beiden auch viele Fischzähne), sind solche turbiditischen Schüttungen in den Beckumer und Vorhelmer Schichten auf wenige cm reduziert: die bekannten Calcisphären-Fischzahn-Brekzien.

Der Anteil grober Komponenten ist hier stark reduziert, die gröbsten und schwersten Partikel sind hier die kleinen Fischzähnchen und die Calcisphären. Hinzu kommen noch großwüchsige Foraminiferen, Ostracoden, *Rhynchoteuthis*-Kiefer und Echinodermen-Elemente. Die dicken Bänke in den Baumberger Schichten und einigen Niveaus in den Coesfelder Schichten der westmünsterländischen Fazies stellen proximale Turbidite dar, die nach Südosten immer weiter zu distalen Turbiditen ausdünnen. In diesen Turbiditen nimmt der Anteil der antransportierten Flachwasserelemente zugunsten der lokal vorhandenen Tiefwasserelemente in distaler Richtung kontinuierlich ab (siehe Abb. 36). Von den Suspensionsströmen wurde auf dem Weg in das Becken natürlich auch älteres Material des Untergrundes mit erfaßt, sortiert und umgelagert. Nach gravitativer Sortierung findet sich dann umgelagertes Plankton in ganz anderer stratigraphischer Position. So führt beispielsweise der sehr feinkörnige Flammenmergel im Hangenden des Baumberger Werksteinhorizontes eine Planktongemeinschaft mit teilweise stratigraphisch älteren Taxa als der Werkstein selbst (pers. Mitt. W. RIEGRAF).

Auf diese Weise finden die scheinbaren Widersprüche in der Zusammensetzung der Faunenspektren der Fischfaunen an den einzelnen Fundpunkten eine einfache Erklärung und irgendwelche katastrophistischen Deutungen entbehren jeder Grundlage. Ein Teil der (aus älteren Schichten umgelagerten) Zähne ist auch deutlich präfossilisiert. Was nun die Skelettfunde anbetrifft, so sind die Fische sicher in den Suspensionsströmen mitgerissen worden und hier ums Leben gekommen. Dafür gibt es wiederum mehrere Möglichkeiten. Eine davon ist Ersticken durch Sedimentaufnahme in den Kiemenraum in solchen Schlammwolken, welche die Sauerstoffaufnahme verhindert hat. Bei sehr schnellen Sedimentabgängen (Sedimentlawinen – Slumping) kommt es zudem noch zu kurzzeitigen Unterdruck-Bedingungen, die den Fischen zum Verhängnis werden kann, die sich nicht rechtzeitig entfernen. Als leichte Komponente (Fischleichen flottieren sehr lange) werden sie zusammen mit dem feinkörnigen Sedimentmaterial am Top der Turbidite eingebettet (z. B. Flies im Baumberger Werkstein). Durch den Absatz der Sedimentpartikel aus den Suspensionswolken sind diese Fische sehr schnell eingebettet worden. Das erklärt ihre vorzügliche Erhaltung, wofür schnelle Einbettung erforderlich ist. Andernfalls würden sie sehr schnell von Aasfressern zerlegt oder zerfallen nach sehr kurzer Verwesung (Mazeration). Belege für die sehr schnelle Beseitigung von Fischkadavern durch Aasfresser sind die *Terebella*-Köcher, welche in vielen Horizonten der westmünsterländischen Fazies nicht selten zu finden sind. Die Köcher (Polychaeten-Bauten) sind mit Schuppen, Zähnen und Knochenresten tapezierte Wohnbauten, welche die unverdaulichen Überreste der Beute der Bewohner darstellen. Zum größten Teil werden die zu den Köchern gehörenden Tiere die Umgebung nach Aas abgesucht haben, konnten aber sicher auch lebende Beute ergreifen, wie viele rezente großwüchsige Polychaeten.

Die oben angeführten Beobachtungen und Vergleiche mit tertiärrezenten Faunen lassen sich wie folgt noch einmal kurz zusammenfassen: Die bodenständige Selachierfauna des höheren Campanium des Münsterländer Kreidebeckens wird von einer artenarmen, aber individuenreichen Squalidae-Gemeinschaft beherrscht, in der bathyale Elemente quantitativ weitaus am stärksten vertreten sind (*Centrosymnus* und *Cretascymnus*), kombiniert mit pelagischen und bathyalen Elementen unter den Actinopterygiern. Neritische Taxa sind in den autochthonen Gemeinschaften außerordentlich selten. Diese für die Oberkreide bisher einzigartige Zusammensetzung einer Fauna spricht für größere Wassertiefen unterhalb des Schelf-Niveaus, also tiefer als etwa 150-200m. Tiefen zwischen 200 und 4-600m sind anzunehmen. Der größte Teil neritischer Faunenelemente ist allochthon. Zähne und andere Hartteile dieser Gruppe wurden durch Suspensionsströme (Turbidite) in das Beckeninnere verfrachtet. Durch gravitative Sortierung wurden die Reste dieser Gruppe vor allem an der Basis der Turbidite angereichert. Die Zusammensetzung der autochthonen Fauna spricht für eine offene Kommunikation des Sedimentationsraumes mit pelagischen Meeresgebieten, die im zentralen Nordseebecken zu suchen sind.

5.3. Bemerkungen zur Evolution einiger ausgewählter Gruppen

5.3.1. Squalidae

In dem Fossilmaterial aus dem westfälischen Campanium stellen die Squalidae in vielen Horizonten den quantitativ dominierenden und interessantesten Teil der Selachier-Gemeinschaften. Da es im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich ist, alle Selachiergruppen eingehend zu besprechen, soll der Schwerpunkt deshalb auf diese Gruppe gelegt werden. Die hier im Text erläuterten möglichen phyletischen Zusammenhänge sind in Abbildung 37 zu einer Übersicht zusammengefaßt.

Über die ancestrale Basisgruppe der Familie Squalidae ist fossil noch nichts bekannt, die Gattung *Squalogaleus* MAISEY, 1976 aus dem Oberen Jura ist, wie weiter oben schon bemerkt, umstritten und wird hier nicht als Ahengruppe angesehen. Die bisher bekannten ältesten echten und in der Literatur unumstrittenen Squalidae sind Arten der Gattung *Protosqualus* CAPPETTA, 1977, welche von einer bisher unbekannten und hypothetischen Ahnengruppe abgeleitet wird. Die Gattung ist mit zwei Arten im norddeutschen Barremium (*P. albertsi* THIES, 1981) und nordfranzösischen Albium (*P. sigei* CAPPETTA, 1977) vertreten. Sie kommt auch im Turonium von Litauen vor (von DALINKEVICIUS, 1935 als *Acanthias appendiculatus* LERICHE, 1929 bestimmt) und im Turonium/Cenomanium von Westfalen (eigene Beobachtungen, unpubliziert). Die Zähne dieser Gattung zeigen grundsätzlich den gleichen Bau wie rezente *Squalus*-Zähne. Sie weichen nur durch relativ geringe morphologische Unterschiede und Unterschiede in der Vascularisation davon ab. Die *Squalus*-Gruppe kann innerhalb der Squalidae als Konservativ-Gruppe angesehen werden mit nur geringer Veränderung der Gebißstruktur von den frühesten bekannten Vertretern bis zu den rezenten Arten. Diese Gruppe behält auch die ursprüngliche Homodentie beider Kiefer weitgehend bei. Die Zähne von *Protosqualus* zeigen als „primitives Merkmal einen breiten, niedrigen labialen Schmelzfortsatz und schwach entwickelte laterale Depressionen. Die wechselseitige Überlagerung der Zähne im Kiefer war also noch nicht sehr weit fortgeschritten. Die axialen Foramina sind kaum zu einem Infundibulum fusioniert.

In der Morphologie kommen die Zähne von *Centrosqualus primaevus* (PICTET, 1850) aus dem libanesischen Santonium der Gattung *Squalus* am nächsten, doch sind hier die axialen Foramina noch getrennt. *Centrosqualus* stellt sicher ein wichtiges Bindeglied zwischen *Protosqualus* und *Squalus* dar. Den modernsten Typ dieser Gruppe repräsentieren die Gattungen *Squalus* LININAEUS, 1758 und *Cirrhigaleus* TANAKA, 1912. Beide Gattungen lassen sich kaum auf der Basis von Kieferzähnen trennen und unterscheiden sich vor allem durch die Länge der nasalen Barteln. Selbst unter Rezent-Ichthyologen ist die Trennung beider Gattungen umstritten. Die bisher bekannte, stratigraphisch älteste *Squalus*-Art ist *S. vondermarcki* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989 aus der westfälischen Oberkreide (Campanium), auch aus dem belgischen Campanium bekannt. Die Zähne besitzen durchgängig ein Infundibulum.

In Abb. 37 sind die möglichen phyletischen Zusammenhänge so dargestellt, daß von *Protosqualus* über *Centrosqualus* (1) eine direkte Entwicklung hin zu *Squalus* (2) und *Cirrhigaleus* (3) angenommen wird. *Centrophoroides* wird als Ausgangspunkt einer parallelen Entwicklungsreihe angenommen, die ebenfalls von *Protosqualus* ausgeht (A) und sich im Verlauf der Evolution weiter verzweigt.

Zusammenfassend kann man als wichtigsten evolutionären Trend in der *Squalus*-Gruppe (im Bereich Gebißentwicklung) die allmähliche scharfe Ausprägung des labiobasalen Schmelzfortsatzes der Zahnkrone sowie die Fusion der axialen Foramina zu einem Infundibulum ansehen. Der labiobasale Schmelzlobus der Krone spielt eine wichtige Rolle als „Scharnier" bei der wechselseitigen Überlagerung der Zähne im Kiefer. Diese Überlagerung der Zähne hat im Laufe der Evolution deutlich zugenommen. Sie führte zu einer besseren Verankerung der einzelnen Zähne in den Zahnreihen der Kiefer und damit auch zu größerer Belastbarkeit. Abgesehen von der Ausgestaltung des labiobasalen Kronenfortsatzes jedoch hat sich die Morphologie der Zähne der *Squalus*-Gruppe von den frühesten bekannten Vertretern aus der Unterkreide bis heute wenig verändert.

Der generell *Squalus*-artige Zahnbau sowie die weitgehende Trennung der axialen Foramina wird auch noch von der Gattung *Centrophoroides* DAVIS, 1887 beibehalten, bekannt vom Santonium bis zum Maastrichtium (*C. appendiculatus* AGASSIZ und *C. latides* DAVIS). Hier

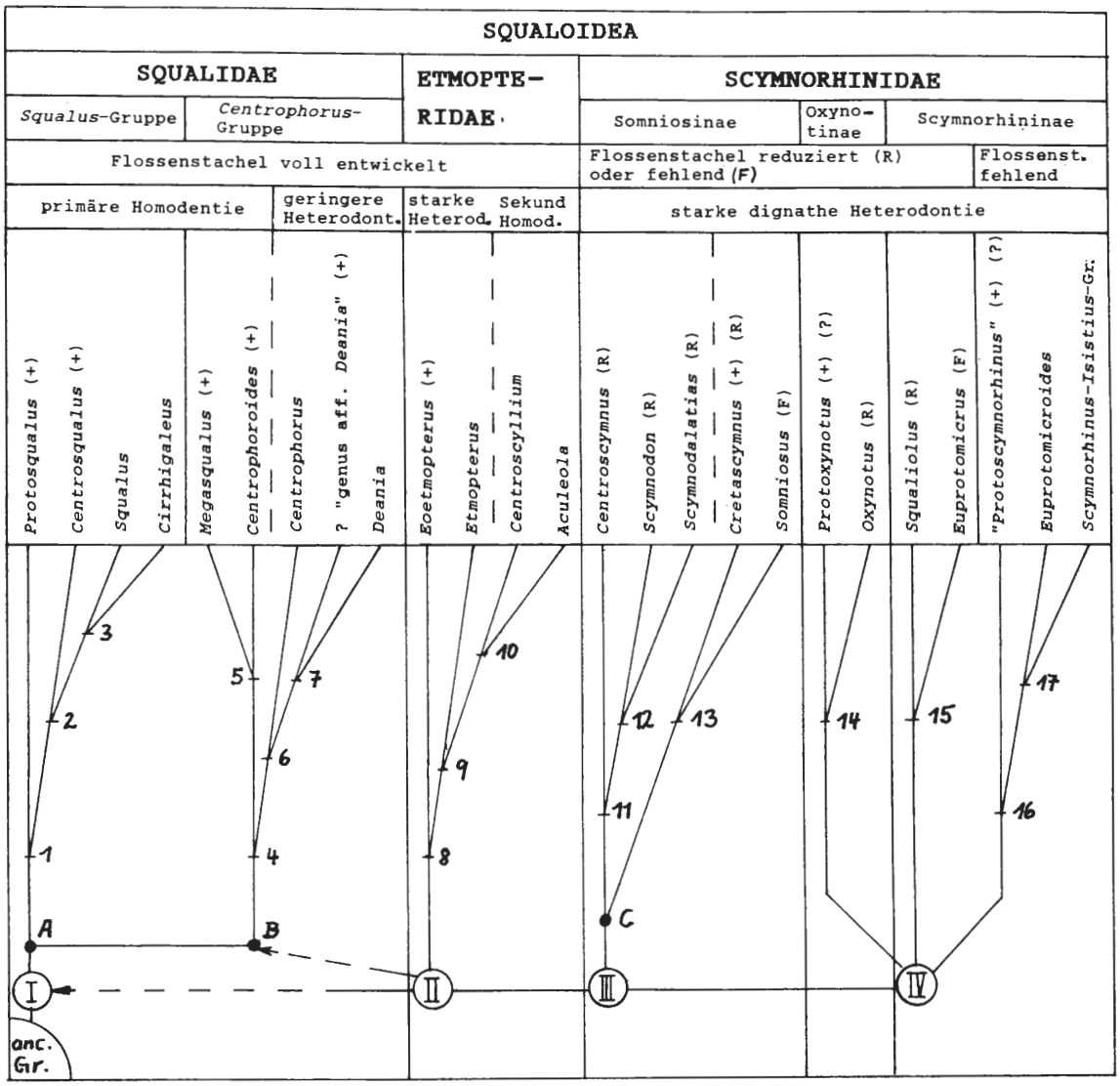


Abb. 37: Schematische Darstellung der möglichen phyletischen Zusammenhänge innerhalb der Familie Squalidae. Erläuterungen im Text.

kommt es nur gelegentlich bei den anterioren Zähnen zur Bildung eines Infundibulums. Die Wurzeln sind labio-lingual jedoch schon etwas deutlicher komprimiert und die Basisfläche merklich nach innen gedreht. Der labiale Kronenfortsatz ist scharf ausgeprägt und deutlich vom Kronenrumpf abgesetzt, ähnlich wie bei Zähnen von *Squalus*. Im Unterschied zu den Zähnen der *Squalus*-Gruppe besitzt der mesiale Schneiderand der Krone aber eine deutliche Serrulation, abgesehen von der gut abgesetzten, glatten Spitze.

Deutlich abweichend sind die Zähne der von CASE, 1987 als *Centrophoroides worlandensis* beschriebenen Art aus dem Campanium von Wyoming. Hier besitzt die Wurzel stets ein Infundibulum und zeigt eine außerordentlich stark entwickelte Perforation durch sehr zahlreiche laterale Foramina. Die Art ist sicher nicht zu *Centrophoroides* zu stellen.

Auch bei den relativ großen Zähnen von *Megasqualus* (*M. orpiensis* [WINKLER, 1874] aus dem Paläogen) ist stets ein Infundibulum vorhanden. Die Zähne dieser Gattung sind sehr langgestreckt, verbunden mit einer deutlichen Serrulation der Schneideränder. Auffällig ist weiterhin die starke Perforation der Wurzel durch laterale Foramina, vor allem auf der Labialseite. Damit ergeben sich auffällige Beziehungen zu *„Centrophoroides" worlandensis* CASE, 1987. Vermutlich stammt *Megasqualus* von *Centrophoroides* ab (5) und *Centrophoroides worlandensis* repräsentiert eine Übergangsform.

Taxa	Tiefere Unterkreide	Barremium	Aptium	Albium	Cenomanium	Turonium	Coniacium	Santonium	Campanium	Maastrichtium	Paläozän	Eozän	Oligozän	Miozän	Pliozän	Quartär	Rezent
Protosqualus		+		+	W	W											
Centrosqualus								+									
Squalus									W	+	+	+	+	+	+	+	+
Cirrhigaleus																	+
Centrophoroides								+	W	+							
Megasqualus											+	+					
„genus aff. *Deania*"									W								
Deania															+	+	+
Centrophorus						+				+	+	+	+	+	+	+	+
Eoetmopterus									W	?							
Etmopterus															+	+	+
Centroscyllium																	+
Aculeola																	+
Centroscymnus									W								
Scymnodon														+	+	+	+
Cretascymnus								+	W								
Somniosus														+	+	+	+
Scymnodalatias																	+
Somniosinae indet. sp. 1									W	+							
Somniosinae indet. sp. 2									W								
Protoxynotus									+								
Oxynotus															+	+	+
„Protoscymnorhinus"									+								
Squaliolus						?									+	+	+
Euprotomicrus																	+
Scymnorhinus											?				+	+	+
Isistius											+						
Euprotomicroides																	+
Heteroscymnoides																	+
*Centropterus**			+														

Tabelle 4: Stratigraphische Reichweite bis jetzt bekannter Squalidae. Ein W in der Tabelle steht für einen Nachweis in Westfalen. *Centropterus* ist eine unsichere Gattung.

Schon frühzeitig setzte bei den Squaliden ein Trend zur Differenzierung der Gebißstruktur ein, der schließlich in den hochspezialisierten Gebissen der Etmopterinae, Somniosinae, Oxynotinae und Dalatiinae gipfelt. Innerhalb der Squalinae führt der Differenzierungsprozeß der Zähne von einem *Centrophoroides*-Muster weiter zu den schon stark dignath heterodonten Gebissen von *Centrophorus* und *Deania*. Diese morphologischen Veränderungen müssen schon tief in der Unterkreide (vielleicht auch früher?) vonstatten gegangen sein mit einer Funktionsanpassung der Zähne an eine Greif-Funktion im Oberkiefer und eine Schneide-Funktion mit den breiten und abgeflachten Zähnen des Unterkiefers. Im Laufe der Evolution werden diese Funktionsmuster durch weitere Spezialisierung vielfach abgewandelt, doch bleibt in der Regel die Schneide-Funktion der Unterkiefer-Zähne und die Greif- und Festhalte- Funktion der Oberkieferzähne trotz aller Differenzierungen erhalten. Eine Ausnahme bilden einige Etmopterinae (*Centroscyllium* und *Aculeola*).

Die ältesten Nachweise von Gebissen dieses Types finden sich bei den von DALINKEVICIUS, 1935 als *Centrophorus* (?) *balticus* beschriebenen Zähnen aus dem Turonium von Litauen. In dem von DALINKEVICIUS beschriebenen Material sind jedoch offensichtlich mehrere Gattungen vertreten, worauf CAPPETTA (1987: 53) hinweist. Die von DALINKEVICIUS (1935: Fig. 6 u. 7) als Unterkieferzähne angesehenen Zähne gehören wohl tatsächlich zur Gattung *Centrophorus*, während die „Oberkieferzähne" (Fig. 4-5) große Ähnlichkeit mit *Squaliolus*-Zähnen haben und in die Nähe dieser Gattung gestellt werden müssen. Die Unterkieferzähne von *Centrophorus* sind labio-lingual stark komprimiert und die Basisfläche ist weit in linguale Richtung gedreht, die Lingualfläche der Wurzel stark reduziert. Die Krone besitzt noch den typisch squaliden Umriß mit gut entwickelten labio-basalen und linguo-basalen Kronenfortsätzen. Breite laterale Depressionen sind auf die starke wechselseitige Überlagerung der Zähne zurückzuführen. Die Oberkieferzähne zeigen schon eine starke Differenzierung, die anterioren Zähne sind spitze Greifzähne, in Richtung Komissur werden die Zähne niedriger und breiter (siehe Abb. 16). Sie ähneln damit stärker den Unterkieferzähnen. Die Unterkieferzähne besitzen generell ein Infundibulum, die Oberkieferzähne partiell, zum Teil sind die axialen Foramina getrennt. Die Unterkieferzähne von *Centrophorus* besitzen eine deutliche Serrulation des mesialen Schneiderandes wie die Zähne von *Centrophoroides*. Es wird hier vorläufig angenommen, daß *Centrophorus* aus *Centrophoroides* hervorgegangen ist (4), verbunden mit einer weitgehenden Umgestaltung der Bezahnung zu einem deutlicher dignath heterodonten Typ.

Ähnlich ist die Zahnmorphologie in beiden Kiefern bei *Deania* (Abb. 17). Die Zähne sind jedoch noch stärker labio-lingual komprimiert, während die axialen Foramina auch bei den Unterkieferzähnen noch getrennt sind. Nimmt man die Fusion des axialen Gefäßsystems als evolutionär progressives Merkmal an (bei der *Squalus*-Gruppe ist dies offensichtlich der Fall), dann repräsentiert *Centrophorus* einen weiter entwickelten Typ als *Deania*. Andererseits ist die starke labio-linguale Abflachung der Zähne wiederum ein eher progressives Merkmal. Ebenso kann der Verlust der Serrulation bei den *Deania*-Zähnen als abgeleitetes Merkmal angesehen werden. Vermutlich ist *Deania* von *Centrophorus* abzuleiten. Die als „genus aff. *Deania?*" beschriebenen Zähne aus dem westfälischen Campanium mögen mit ihrer schwachen, aber noch deutlichen Serrulation einerseits und ihrer starken labio-lingualen Abflachung andererseits (alles in Bezug auf Unterkieferzähne) zwischen *Centrophorus* und *Deania* vermitteln. Das Material ist jedoch noch zu gering für mehr als spekulative Vermutungen. Vor allem fehlen bis jetzt eindeutige Beobachtungen über die Vascularisation. In Abb. 37 sind die Verhältnisse mit der Annahme dieser vermittelnden Stellung der fossilen Zähne rekonstruiert (6 und 7). Insgesamt stehen sich nach vorläufiger Einschätzung der Zahnentwicklung die *Squalus*-Gruppe und die *Centrophorus*-Gruppe als parallele Zweige innerhalb der Squalinae gegenüber.

Die Vertreter der Subfamilien Somniosinae, Etmopterinae, Oxynotinae und Dalatiinae zeichnen sich in der Zahnmorphologie durch eine noch weiter entwickelte dignathe Heterodontie aus, wo selbst die posterioren Zähne des Oberkiefers kaum noch morphologische Ähnlichkeiten mit den Zähnen des Unterkiefers besitzen. Die Unterkieferzähne sind generell stark labio-lingual komprimiert und sehr flach. Dabei ist die Basisfläche der Wurzel völlig in linguale Richtung gedreht und weit nach oben verschoben. Sie liegt damit fast parallel zur Labialfläche. Die Lingualfläche ist auf einen schmalen Streifen unterhalb der lingualen Kronenbasis beschränkt. Bei keiner zu diesen Gruppen gehörenden Gattung kommt es jedoch zur Fusion der axialen Foramina zu einem Infundibulum.

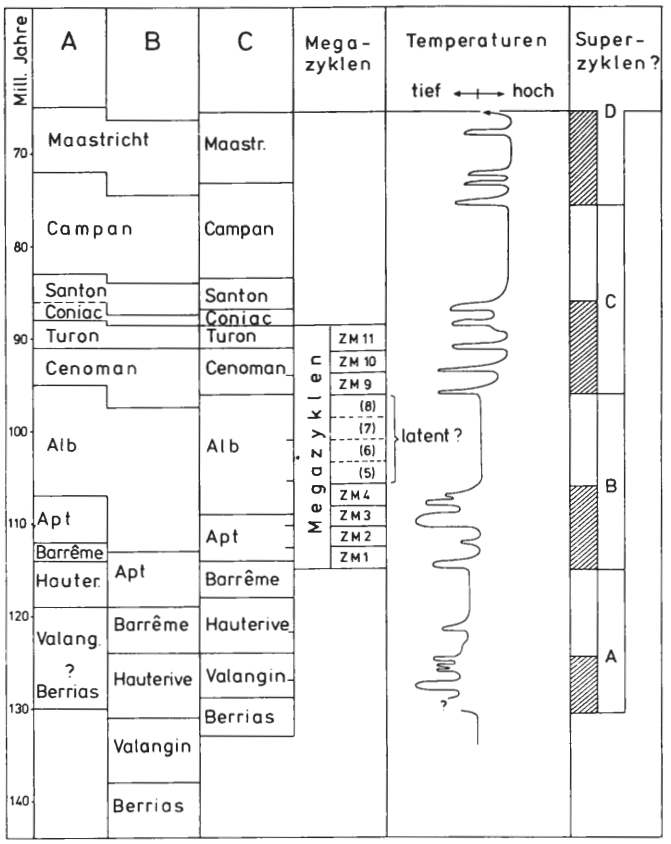


Abb. 38: Klimakurve aus Kemper (1987)

Sehr schwierig ist im Moment noch die Ableitung dieser Gruppen von den basalen Squalidae. Hier sind mehrere Möglichkeiten denkbar. Eine erste Möglichkeit wäre die Annahme, daß sich diese stärker abgeleiteten und spezialisierten Gruppen schon sehr früh aus der hypothetischen Stammgruppe der Squalidae entwickelt haben und eine frühe Trennung zwischen den Squalidae im engeren Sinne und den stärker apomorphen Gruppen erfolgte, mit anschließender paralleler Evolution. Nach diesem Muster müßte die in Abb. 37 gezogene Verbindung zwischen I und II zutreffen. Eine andere Variante ist die Herleitung von schon stärker differenzierten Squalinae aus der Umgebung von *Centrophorus/Deania*. Diese Gruppe ist aber sicher selbst schon so stark spezialisiert, daß diese Variante wenig wahrscheinlich erscheint. Eher zu vermuten wäre eine Ableitung von Formen aus der Umgebung von *Centrophoroides*. Es erscheint möglich, daß hier von einer Stammgruppe aus mehrere Linien abzweigen (Verbindung von B und II in Abb. 37). Die Zusammenhänge sind jedoch im Moment noch sehr spekulativ und bedürfen der weiteren Aufhellung durch Fossilnachweise, die sicher unterhalb der Oberkreide zu suchen sind.

Die ältesten Vertreter der Somniosinae gehören zur Gattung *Cretascymnus* CAPPETTA, mit *C. adonis* (SIGNEUX, 1950) aus dem Santonium des Libanon und *C. westfalicus* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989 aus dem Münsterländer Campanium; sowie *Centroscymnus* BOCAGE & CAPELLO, 1864 mit *Centroscymnus praecursor* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989 aus dem Münsterländer Campanium. Der bisher älteste bekannte Vertreter der Etmopterinae ist *Eoetmopterus supracretaceus* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989 aus dem höheren Campanium Westfalens.

Mit dem vorerst frühesten bekannten Vertreter der Etmopterinae, *Eoetmopterus*, beginnt die Entwicklung der Etmopterinae. Die Unterkieferzähne sind noch relativ wenig differenziert: Das medioexterne Foramen ist noch nicht sehr weit auf der Labialseite nach oben gewandert und die gegenseitige Überlagerung der Zähne noch gering entwickelt. Die Oberkieferzähne sind noch relativ plump, mit einfach gestalteten Wurzelplatten. Eine Separation der Wurzelloben ist noch

wenig ausgeprägt. Insgesamt sind die Zähne noch relativ ähnlich denen von *Centroscymnus* (vor allem die Oberkieferzähne mit ihren einfachen Wurzelplatten), die Reduktion des labialen Schmelzlobus bei den *Eoetmopterus*-Zähnen des Unterkiefers ist jedoch schon deutlich fortgeschritten. Insgesamt stehen die Unterkieferzähne von *Eoetmopterus* in ihren Merkmalen etwa zwischen *Centroscymnus* und *Etmopterus*. In der Anlage der Wurzeln stimmen die Oberkieferzähne von *Eoetmopterus* und *Centroscymnus praecursor* noch weitgehend überein. Deutliche Abänderungen zeigen sich indes im Bau der Krone. Hier ist bei *Eoetmopterus supracretaceus* schon ein mehrspitziger Bau wie bei den modernen *Etmopterus*-Arten festzustellen. In dem fossilen Material treten ein bis zwei Paar Nebenspitzen auf, bei Etmopterus können es bis zu vier Paar sein. Nach LEDOUX (1972) sollen bei weiblichen Tieren weniger Nebenspitzen ausgebildet sein als bei männlichen Tieren. Solche Differenzen resultieren jedoch nicht nur aus einem ausgeprägten Sexualdimorphismus, sondern können nach GARRICK (1960) auch vom individuellen Alter der Tiere abhängen. Die maximale Zahl an Nebenspitzen innerhalb eines Kiefers wird bei den lateralen Zähnen erreicht, die schlanken anterioren Zähne eines Individuums zeigen ebenfalls weniger Nebenspitzen. Die Oberkieferzähne der rezenten *Etmopterus*-Arten zeigen meist eine ausgesprochen deutliche labiale Skulptur in Form von kurzen, kräftigen, vertikalen Schmelzleisten, die den Zähnen der Oberkreide-Taxa noch fehlt.

Bei der schon im äußeren Habitus *Etmopterus* sehr ähnlichen Gattung *Centroscyllium* MÜLLER & HENLE, 1841 (Abb. 19) werden auch die Unterkieferzähne von der Umgestaltung erfaßt und besitzen den gleichen mehrspitzigen Bau wie die Oberkieferzähne. Man kann dies (im Gegensatz zur primären Homodentie der *Squalus*-Gruppe) als sekundäre Homodentie auffassen. Diese Entwicklung läßt sich von einem *Etmopterus*-Typ ableiten durch gleichartige Umgestaltung auch der Zähne des Unterkiefers. Die Schmelzleisten auf der Labialseite der Krone sind stärker entwickelt als bei den Oberkieferzähnen der Gattung *Etmopterus*. Die Zähne der rezenten Gattung *Aculeola* weisen prinzipiell den gleichen Bau auf wie die der Gattung *Centroscyllium*, die Nebenzähnchen sind jedoch reduziert und fehlen überwiegend ganz. Hinzu kommt eine feine Retikulation an der Basis der labialen Kronenfläche. Insgesamt läßt sich zwanglos eine direkte Linie von *Eoetmopterus* zu *Aculeola* (10) ableiten über *Etmopterus* (8), *Centroscyllium* (9)

Von der Morphologie der Oberkieferzähne her scheint *Centroscymnus* innerhalb der Somniosinae einen ursprünglichen Typus darzustellen. Er steht vermutlich dem Archaetypus der Somniosinae sehr nahe. Es besteht bei den Unterkieferzähnen so viel Ähnlichkeit zu *Eoetmopterus*, daß man annehmen muß, daß sowohl die frühen Somniosinae als auch die Etmopterinae von einer gemeinsamen Basisgruppe abstammen (II). Die Oberkieferzähne sind bei dieser Gattung (vor allem die lateralen und posterioren Zähne) noch relativ niedrig und breit. Die Wurzeln der Oberkieferzähne des fossilen *C. praecursor* sind relativ einfach gestaltete Wurzelplatten, die Separation der Wurzelloben erst in Ansätzen erkennbar und nicht so weit fortgeschritten wie bei den rezenten Arten (am weiteseten bei *C. coelolepis* BOCAGE & CAPELLO, 1864 – am geringsten bei *C. crepidater* BOCAGE & CAPELLO, 1864). Die Unterkieferzähne der frühen Formen (hierzu auch *C. schmidi* HERMAN, 1982 aus dem Maastrichtium von Norddeutschland) stimmen schon weitgehend in allen Merkmalen mit denen der rezenten Arten überein. Beide Oberkreide-Arten unterscheiden sich in Einzelheiten der Vascularisation voneinander. Vermutlich beginnt schon in der Oberkreide die Differenzierung mehrerer Arten innerhalb der Gattung, die zu den rezenten Arten führen. Diese Vermutung ist jedoch noch durch fossile Nachweise im älteren Tertiär zu stützen.

Die Unterkieferzähne der Gattung *Scymnodon* sind durch eine starke Hauptspitze gekennzeichnet, die gesamte Krone wird teilweise deutlich höher als die Wurzel. Weiterhin öffnet sich der medioexterne Kanal zu einem tiefen Einschnitt am Unterrand der Wurzel und endet auf der Labialseite in einem medioexternen Foramen. Die *Scymnodon*-Zähne werden als weiter entwickelter *Centroscymnus*-Typ aufgefaßt und die Gattung von *Centroscymnus* abgeleitet (11). Eng verwandt in der Zahnmorphologie ist die Gattung *Scymnodalatias* GARRICK, 1956, welche durchaus als Descendent von *Scymnodon* (12) angesehen werden kann. Die wenigen fossilen Zähne aus der Oberkreide (Westfalen und Hemmoor), die einige Ähnlichkeit mit den posterolateralen Zähnen von *Scymnodalatias* haben, erlauben noch keine Diskussion dieses vorläufig nicht sicher zu diagnostizierenden Taxons (Somniosinae, gen. indet., sp. 2). Es könnte sich um eine fossile Gattung handeln, die zwischen *Scymnodon* und *Scymnodalatias* vermittelt.

Die Unterkieferzähne von *Cretascymnus* sind gegenüber denen von *Centroscymnus* noch etwas stärker labio-lingual komprimiert und im Verhältnis zur Gesamtgröße noch flacher.

Wesentlich stärker entwickelt sind die lateralen Depressionen, die wechselseitige Überlagerung der Unterkieferzähne ist also bedeutend weiter entwickelt als bei *Centroscymnus*. Man kann dies als ein evolutionär fortschrittliches Merkmal ansehen. Ebenso sind die Zähne des Oberkiefers noch weiter entwickelt zu generell sehr schlanken und spitzen Greifzähnen. Nur die posterioren Zähne werden etwas breiter. Die Gattung ist ausschließlich fossil und bisher nur aus dem Santonium bis Campanium belegt. Unter den anderen bekannten Somniosinae am nächsten in der Zahnmorphologie steht die Gattung *Somniosus* LE SUEUR, 1818, fossil belegt ab tieferem Miozän (siehe Abb. 21). Ob diese direkt aus *Cretascymnus* hervorgegangen ist, kann angesichts der großen Nachweislücke von Maastrichtium bis tieferes Miozän noch nicht sicher behauptet werden. Die Zahnmorphologie spricht jedoch dafür, daß beide Gattungen innerhalb der Somniosinae enger zusammenhängen als andere Gattungen und eine Ableitung von *Somniosus* aus *Cretascymnus* (13) ist recht gut anzunehmen. Möglicherweise existieren in dieser Lineage noch fossile Zwischenstufen, welche nur bis heute noch nicht gefunden worden sind. Zu suchen wären sie im Zeitraum höchste Oberkreide bis Paläogen. Die *Somniosusnus*-Gruppe trennte sich sicher frühzeitig von der *Centroscymnus*-Gruppe (c) und beide Gruppen entwickelten sich parallel.

Die Unterkieferzähne der Dalatiinae schließlich können von der gleichen Basisgruppe wie die der Somniosinae (III) hergeleitet werden. Bei den Unterkieferzähnen wandert das medioexterne Foramen hier auf der Labialseite weit nach oben bis teilweise direkt unter den basalen labialen Rand der Krone. Das axiale Gefäßsystem zeigt überwiegend drei Foramina, wobei vom zentralen Foramen auf der Basisfläche ein direkter Kanal zum medioexternen Foramen auf der Labialfläche der Wurzel führt. Infolge der labio-lingual stark abgeflachten Wurzel erscheint dieser Kanal als einfache, relativ große Öffnung. Allgemein werden die Zähne des Unterkiefers durch eine noch weitergehende labio-linguale Kompression extrem flach, zum Beispiel bei *Isistius* oder *Scymnorhinus*. Die Oberkieferzähne sind meist sehr schlank und nadelförmig, zumindest die anterioren bis anterolateralen.

Als Übergangsform von der gemeinsamen Basisgruppe der Somniosinae/Dalatiinae zu den Somniosinae (speziell *Scymnorhinus*) kann eine neue fossile Gattung aus dem Campanium von Niedersachsen (MÜLLER & THIES, im Druck) angesehen werden. Diese zeigt in der allgemeinen Zahnmorphologie viel Ähnlichkeit mit *Scymnorhinus* und *Euprotomicroides* (Wurzelplatte der Unterkieferzähne wesentlich höher als breit, sehr hohe Krone mit deutlich aufgerichteter Hauptspitze), auf der anderen Seite verbinden die Unterkieferzähne noch einige „primitive" Merkmale mit den Somniosinae, speziell *Cretascymnus*-Zähnen: medioexterner Kanal als offene Furche und medioexternes Foramen auf der Labialfläche noch nicht nach oben verschoben. Die Oberkieferzähne der fossilen Gattung kommen denen von *Scymnorhinus/Euprotomicroides* schon sehr nahe. Vor allem die Morphologie der Labialseite der Zähne von *„Protoscymnorhinus"* und die fehlende Serrulation der Schneideränder zeigen mehr Übereinstimmung zu *Euprotomicroides* als zu *Scymnorhinus*. Als Arbeitshypothese wird angenommen, daß *Scymnorhinus* (17) über *Euprotomicroides* (16) von *„Protoscymnorhinus"* abstammt. Gattungen wie *Isistius* GILL, 1864, *Euprotomicrus* GILL, 1864 und *Heteroscymnoides* FOWLER, 1934 können als weitere Descendenten von *Scymnorhinus* angesehen werden (18), wobei die Zusammenhänge hier noch völlig unklar sind.

Als im Zahnbau von den übrigen besprochenen Dalatiinae etwas abweichend zeigen sich die untereinander enger verwandten Gattungen *Squaliolus* SMITH & RADCLIFFE, 1912 und *Euprotomicroides* HULLEY & PENRITH, 1966. Die *Squaliolus*-Gruppe hat sich schon frühzeitig aus der Basisgruppe (IV) der Dalatiinae herausdifferenziert und parallel zur *Scymnorhinus*-Gruppe fortentwickelt. In dem von DALINKEVICIUS (1935) beschriebenen Material aus dem litauischen Turonium ist ein dem rezenten *Squaliolus* sehr nahestehender, wenn nicht sogar kongenerischer Typus vertreten, diese Gruppe kann also recht weit zurückverfolgt werden.

Abschließend bleibt als letzte Gruppe noch die Subfamilie Oxynotinae zu besprechen (von manchen Ichthyologen auch als Familie aufgefaßt-COMPAGNO, 1984: 28-29). Die Unterkieferzähne von *Oxynotus* RAFINESQUE, 1810 (Oxynotinae) sind recht ähnlich denen von *Scymnorhinus*. Sie besitzen ebenfalls eine deutliche Serrulation und sind sehr viel höher als breit, dabei aber massiver. Das medioexterne Foramen wandert auf der Labialfläche nicht so weit nach oben. Die Oberkieferzähne sind gedrungener und massiver als die von *Scymnorhinus* und anderen Dalatiinae. Die Ähnlichkeiten mit *Scymnorhinus*-Zähnen lassen eine Herkunft von einer gemeinsamen ancestralen Stammgruppe (IV) möglich erscheinen. Mit *Protoxynotus misburgen-*

sis HERMAN, 1975 aus dem Oberen Campanium von Misburg kann auch diese Gruppe bis in das Campanium zurückverfolgt werden. Insgesamt sind die Oxynotinae eine sehr spezialisierte Gruppe, die den Ichthyologen bis heute Schwierigkeiten bereitet mit der systematischen Stellung innerhalb der oder neben den Squalidae.

Die auf Kieferzähnen beruhende hypothetische Annahme der phylogenetischen Zusammenhänge innerhalb der Squalidae kann auch an anderen Hartteilen überprüft werden. Wichtig (auch bei der Systematik rezenter Arten) sind die Flossenstachel. Bei der als ursprünglichste Gruppe angesehenen Unterfamilie Squalinae sind Flossenstachel generell an beiden Rückenflossen sehr kräftig ausgebildet, sie können als ursprüngliches Merkmal angesehen werden. Die weitere phylogenetische Entwicklung zeigt jedoch die Tendenz zur Reduktion der Flossenstachel bis zum völligen Verschwinden. Innerhalb der Somniosinae werden die Flossenstachel in der Länge deutlich reduziert, bei *Somniosus* fehlen sie ganz, Ausdruck einer fortgeschrittenen Entwicklung innerhalb dieses Trends.

Etmopterus und *Centroscyllium* besitzen noch gut entwickelte Flossenstachel als recht „primitives" Merkmal, ähnlich wie die Squalinae. Die Zähne indessen stellen schon einen außerordentlich differenzierten Typus dar.

Auch bei *Oxynotus* ist die Reduktion fortgeschritten, die Stachel bleiben klein und rudimentär. Sie ragen kaum noch aus den Flossen heraus und besitzen keinen Schmelzüberzug mehr.

Die Gattungen der Subfamilie Dalatiinae schließlich als vermutlich am weitesten entwickelte Gruppe verlieren die Flossenstachel ganz, bis auf *Squaliolus*. Bei dieser Gattung trägt die erste Dorsalis einen Stachel, an der zweiten fehlt er. Dies ist zugleich auch vom Zahnbau her die ursprünglichste Gattung der Dalatiinae (in der unter heutigen Ichthyologen üblichen Fassung) und mit den Funden aus dem litauischen Turonium durch eine wenigstens sehr nahestehende, wenn nicht sogar kongenerische Form sehr weit zurückzuverfolgen.

Bei der durch einen unvollständigen Skelettfund aus dem italienischen Aptium repräsentierten Art *Centropterus lividus* COSTA, 1861 hingegen fehlt der Stachel an der ersten Dorsalis, ist aber an er zweiten vorhanden. Von diesem sehr frühen Vertreter der Familie Squalidae ist jedoch das Gebiß unbekannt, so daß diese Art in die Diskussion nicht einbezogen werden kann.

Die hier diskutierten und in der Abb. 37 zusammenfassend dargestellten Zusammenhänge sind natürlich noch sehr hypothetisch. Eine befriedigende Deutung der Evolution der Squalidae und der phyletischen Zusammenhänge zwischen den einzelnen Gruppen ist erst möglich, wenn durch weitere Fossilfunde ein genügend dichtes Netz miteinander vergleichbaren und verknüpfbaren Materials vorhanden ist. Schwierigkeiten in der Interpretation bestehen auch darin, daß bisher vor allem nur Kiefer-Zähne zur Interpretation zur Verfügung stehen. Auch in Zukunft wird man vor allem mit Zähnen arbeiten müssen, Komplettfunde sind eine Ausnahme. Dabei ist es immer möglich, daß parallele Entwicklungen auftreten, die allein am Zahnmaterial nicht immer sicher erkannt werden können. Solche parallelen Entwicklungen sind auch zweifellos in der Tendenz zur Reduktion der Flossenstachel in den einzelnen Gruppen der Squalidae zu erkennen. Die Schwierigkeiten spiegeln sich auch in den Versuchen der Rezent-Ichthyologen wider, die Squalidae weiter systematisch aufzugliedern. Von einem phyletisch begründeten System ist man noch weit entfernt. Ein streng kladistisches Modell, verbunden mit einer Umstellung der systematischen Aufgliederung der Squalidae, erscheint im Moment noch wenig sinnvoll. Aus diesem Grunde wird hier in dieser Arbeit noch mit der heute üblichen Aufteilung der Squalidae in mehrere Unterfamilien gearbeitet. Die vorsichtige Interpretation des bis heute bekannten Fossilmaterials deutet jedoch an, daß die heute übliche systematische Gliederung der Gruppe über weite Strecken künstlich ist, wie bei vielen anderen Gruppen auch. Vordringlich ist zunächst eine deutliche Verbesserung der Fossilnachweise, erst dann ist eine wirklich fundierte Umstellung der Untergliederung der Squalidae auf ein phyletisch begründetes System möglich.

Weiterhin wird deutlich, daß schon in der tiefen Oberkreide hochdifferenzierte Taxa vorkommen, die zum Teil direkt mit noch rezent vorkommenden Gattungen verbunden sind. Das läßt den Schluß zu, daß diese Gruppen wesentlich älter sind als bislang angenommen. Ein großer Teil der frühen Geschichte der Squalidae muß sich in der tieferen Unterkreide abgespielt haben bis hin zum Jura. Fossilnachweise gerade für diesen frühen Abschnitt der Radiation der Squalidae sind erforderlich.

Die sehr frühe Abwanderung der meisten Squalidae in bathyale Lebensräume kann auf mehrere Ursachen zurückgeführt werden. Denkbar ist zum Beispiel Konkurrenzdruck durch andere Gruppen in den dicht besiedelten Schelfräumen. Möglich ist auch eine Abwanderung von Beuteorganismen, denen die darauf spezialisierten Squaliden folgten. Am wahrscheinlichsten indes ist die Besiedelung der bathyalen Lebensräume als primär temperaturgesteuerter Vorgang, dem die Adaptation an neue Beuteorganismen folgte. Auffällig im rezenten Bild ist beispielsweise die Tatsache, daß manche bathyalen Gattungen (z. B. *Somniosus*) in kalten arktischen Gewässern weiter in höhere Wasserschichten aufsteigen, während sie in warmen Gewässern größere Tiefen besiedeln. Die einzigen Vertreter der Squalidae, die tatsächlich in Schelfregionen heimisch sind, kommen in borealen (kühl-temperierten) bis arktischen Gewässern vor (z. B. *Squalus acanthias)*. Andere Arten der Gattung *Squalus* finden sich in warmen Meeren in größerer Tiefe, wo ähnliche Temperaturbedingungen herrschen.

Vermutlich handelt es sich bei den Squalidae insgesamt primär um eine Kaltwassergruppe. Das erklärt vermutlich ihr Fehlen in den paläontologisch gut untersuchten Schelfsedimenten des höheren Jura in Europa, einer Periode eines allgemein recht hohen und ausgeglichenen Temperaturniveaus. In der Unterkreide änderten sich hier die Verhältnisse grundlegend und es traten innerhalb sehr stark schwankender Temperaturverhältnisse lange Perioden mit recht deutlichen Temperaturdepressionen auf, verbunden mit der Ausbreitung „borealer" Faunenelementen (KEMPER, 1987). In dieser Zeit erschienen auch die ersten sicheren Squalidae (*Protosqualus*) in europäischen Schelfbereichen und konnten sich hier etablieren. Mit den großen Transgressionen der „Mittelkreide" (Cenomanium-Turonium) ist dann ein erneuter allgemeiner, wenn auch ungleichmäßiger und von Temperaturschwankungen begleiteter, Temperaturanstieg zu verzeichnen (siehe Klimadiagramm aus KEMPER, Abb. 38), der in den allgemein sehr hohen und weltweit sehr ausgeglichenen Temperaturbedingungen der höheren Oberkreide gipfelt. In dieser Zeit konnten zahlreiche tethyale Elemente (Warmwasserelemente) in das norddeutsche Kreidemeer einwandern.

Die starken Temperaturschwankungen in der Unterkreide sowie der allgemeine Temperaturanstieg und die global sehr ausgeglichenen Temperaturverhältnisse in der Oberkreide bis in hohe Breiten waren vermutlich auslösende Impulse für die Abwanderung der kühl-präferenden Squalidae in kältere Tiefwasserregionen. Mit der Besiedlung dieses Lebensraumes und der Adaptation an neue trophische Bedingungen einher ging die funktionsmorphologische Veränderung der Gebißstruktur, erkennbar an der vielfältigen Abwandlung und Differenzierung des ursprünglichen *Squalus*-Typs. Da bereits im Turonium schon sehr „moderne" Formen auftraten, muß der Differenzierungsprozeß innerhalb der Squalidae entweder sehr schnell abgelaufen sein oder (was wahrscheinlicher ist) zeitlich deutlich weiter zurückliegen und schon in der Unterkreide oder vielleicht sogar im höheren Jura in Gang gekommen sein. Nur die ursprünglichste Gruppe, die *Squalus*-Gruppe, hat sich unbeschadet aller Klimaschwankungen bis heute mit wenigen Arten in den Schelfmeerbereichen halten können. Einige fossile Arten dieser Gruppe haben vermutlich im Verlauf der Phylogenese eine gewisse Eurythermie erworben und sind in Schelf-Faunen der Oberkreide und des Tertiär zuweilen mit Warmwasser-Elementen vergesellschaftet.

5.3.2. Orectolobiformes

Die Orectolobiformes gehören zu den ältesten Neoselachiern überhaupt, zusammen mit den Hexanchiformes. Die frühesten Nachweise von Hexanchiformes stammen aus dem Lias, ebenso von Orectolobiformes (vergl. THIES, 1983). Die Zuordnung der frühen Orectolobiformes-Funde aus dem Jura zu einer der Familien innerhalb der Ordnung ist in vielen Fällen noch unsicher. Die ältesten auf Familien-Niveau bestimmbaren Orectolobiformes gehören wohl zur Familie Orectolobidae (Gattung *Orectoloboides* CAPETTA, 1977), bekannt vom Dogger bis zur Unterkreide. In der Unterkreide erscheinen dann die ersten zweifelsfreien Vertreter der Familien Ginglymostomatidae und Brachaeluridae. In der Oberkreide schließlich folgen Hemiscylliidae, Parascylliidae und Rhincodontidae. Damit sind bereits in der Oberkreide sämtliche Familien der Orectolobiformes vertreten.

Die Zahnmorphologie verbindet die Orectolobiformes eng mit den Ordnungen Squatiniformes und Heterodontiformes, beides ebenfalls sehr alte Neoselachier-Gruppen und schon im Jura vertreten. Es ist anzunehmen, daß alle drei Ordnungen aus einer gemeinsamen ancestralen

Gruppe abstammen, die bis heute nicht durch Funde belegt ist. Die Radiation der Orectolobiformes erfolgte weitgehend im höheren Jura bis in die Mittelkreide, wo sie einen wesentlichen Anteil an den Neoselachier-Faunen stellen. In der Oberkreide war der Differenzierungsprozeß schon weitgehend abgeschlossen und viele noch rezent vertretenen Gattungen sind ab höhere Oberkreide nachgewiesen worden. Dazu gehören die im westfälischen Campan anzutreffenden Gattungen *Hemiscyllium* und *Chiloscyllium*. In der höchsten Kreide indessen scheint schon ein Niedergang bei den Orectolobiformes einzusetzen, viele Gattungen kommen nach bisheriger Kenntnis nicht über die Kreide-Tertiär-Grenze. Unter den hier besonders interessierenden Hemiscylliidae sind dies *Mesiteia*, *Almascyllium* und *Acanthoscyllium*. Stark ist der Rückgang auch bei den Orectolobidae. Insgesamt kam es im Tertiär nur noch im geringeren Umfang zur Bildung neuer Gattungen und auch da ist nicht sicher, ob diese nicht teilweise stratigraphisch weiter zurückreichen. Insgesamt scheint die Gruppe im Tertiär mehr oder weniger zu persistieren. Mit dem Zerfall der Tethys im Tertiär verschwand diese Gruppe auch fast völlig aus den jüngeren tertiären Faunen Europas und ist heute schwerpunktmäßig auf den indopazifischen Raum begrenzt, ein Rückzugsareal auch für andere alte Tethys-Elemente.

5.3.3. Lamniformes

Die Lamniformes reichen vermutlich bis in den höheren Jura zurück mit einer Gattung unsicherer systematischer Stellung (*Palaeocarcharias* BEAUMONT, 1960). Um diese Gattung mit einigermaßen Sicherheit in die Nähe der Bassisgruppe der Lamniformes zu stellen, fehlen jedoch noch zahlreiche Details. So ist das Skelett nicht gut genug bekannt und auch über die Zähne weiß man noch zu wenig (Vascularisation noch unbekannt.). Auch aus der tieferen Unterkreide sind kaum Lamniformes überliefert, erst aus der höheren Unterkreide (vor allem Alb) sind reichere Lamniformes-Funde zu verzeichnen. Hier sind dann auch schon eine größere Anzahl Familien (Odontaspidae, Mitsukurinidae, Cretoxyrhinidae und Anacoracidae) vertreten. Alle vier Gruppen entwickelten in der Oberkreide einen großen Formenreichtum, wobei die Anacoracidae am Ende der Kreide ausstarben. Die Odontaspididae erreichten im Paläogen den Höhepunkt ihrer Entwicklung (Radiation in zahlreiche Gattungen), während die eng verwandten Mitsukurinidae im Paläogen schon im Rückgang begriffen waren und im jüngeren Tertiär mit einer bis heute existierenden Gattung (*Mitsukurina* JORDAN, 1898) persistierten.

Drei Gruppen interessieren hier vor allem, da im Material vertreten: Mitsukurinidae, Anacoracidae und Cretoxyrhinidae.

Die Familie Mitsukurinidae ist ab Aptium mit den Gattungen *Anomotodon* und *Scapanorhynchus* bekannt, doch ist anzunehmen, daß beide noch weiter zurückreichen. Der *Anomotodon*-Typus der Zähne ist vermutlich durch Reduktion der Nebenzähnchen aus einem *Scapanorhynchus*-Typ. hervorgegangen. Dabei ist nicht auszuschließen, daß dieser Prozeß mehrfach unabhängig voneinander ablief (CAPPETTA, 1987: 91), *Anomotodon* also ein polyphyletisches Taxon darstellt. *Scapanorhynchus*-Zähne sind morphologisch eng mit Odontaspidae-Zähnen verbunden, beide Gruppen stammen sicher von einer gemeinsamen ancestralen Form ab. In der höheren Kreide erreichten einige *Scapanorhynchus*-Arten beträchtliche Größe (*S. texanus* [ROEMER, 1849] und *S. rapax* [QUAAS, 1902]), als Ausdruck einer phylogenetischen Größenzunahme innerhalb der Gattung. Während *Scapanorhynchus* am Ende der Kreide ausstarb, konnte sich Anomotodon bis zum Paläogen halten.

Eine ähnlich phylogenetische Größenzunahme ist innerhalb der Anacoracidae festzustellen, verbunden mit einer starken morphologischen Abwandlung der Zähne. Die älteren Formen aus der Mittelkreide (*Pseudocorax* oder frühe *Squalicorax*-Arten) erinnern noch an Lamniformes-Zähne. In der Gattung *Squalicorax* setzte während der Evolution ein Trend zur Abflachung der Zähne ein, verbunden mit der Bildung einer kräftigen Serrulation der Schneideränder. Diese morphologischen Veränderungen, eng verbunden mit einer deutlichen phylogenetischen Größenzunahme, gipfeln in den großen, flachen, dreieckigen Zähnen von *S. pristodontus* aus dem höheren Campanium bis Maastrichtium. Mit dieser Art erreichten die Anacoracidae den Höhepunkt und zugleich das Ende ihrer Entwicklung. Bisher ist kein tertiärer Vertreter bekannt.

Auch die Cretoxyrhinidae durchlaufen in der mittleren bis höheren Kreide eine Phase beschleunigter Evolution und Radiation in mehrere Gattungen. Zähne von Gattungen dieser Gruppe gehören mit zu den charakteristischen Komponenten von Selachierfaunen der höheren

Kreide. Mit *Cretolamna* reichen die Cretoxyrhinidae bis in das ältere Paläogen. Die Cretoxyrhinidae stellen ein wichtiges Bindeglied zwischen den Odontaspididae und den Lamnidae/Isuridae dar. Sie stammen von den Odontaspididae ab, die Zähne solcher Gattungen wie *Leptostyrax* oder *Protolamna* zeigen noch viel Ähnlichkeit mit Odontaspididae-Zähnen. Andererseits bilden die Cretoxyrhinidae (vor allem *Cretolamna*) die Basisgruppe der tertiär-rezenten Lamnidae/Isuridae, welche sich im Paläogen stark entfalteten und hier (zusammen mit den Odontaspididae) zur beherrschenden Selachier-Gruppe des Paläogens aufstiegen.

5.3.4. Carcharhiniformes

Carcharhiniformes sind seit dem Malm bekannt, der älteste Vertreter (*Macrurogaleus* FOWLER, 1947) wird zur Familie Scyliorhinidae gerechnet. Allerdings ist das einzige Exemplar dieser Gattung aus dem süddeutschen Tithonium nicht so gut erhalten, daß die Zuordnung zweifelsfrei ist. Zur Familie Scyliorhinidae gehören auch die ältesten zweifelsfreien Carcharhiniformes, welche von den Autoren zur Gattung *Scyliorhinus* selbst gestellt werden, bekannt seit dem Albium (höhere Unterkreide). Die Zuordnung der fossilen Arten zur Gattung Scyliorhinus indes ist in vielen Fällen eine Notlösung, da bis heute nur wenige zahnmorphologische Untersuchungen an den recht formen- (gattungs-) reichen Scyliorhinidae vorliegen. Die Gattung *Scyliorhinus* wird extensiv als Sammelgattung für fossile Scyliorhinidae benutzt und etliche fossile Arten dürften nicht hierher gehören (im Sinne der tertiär-rezenten Gattung *Scyliorhinus* sensu stricto). Die Unsicherheiten in der generischen Bestimmung und die geringe Kenntnis systematisch auswertbarer zahnmorphologischer Merkmale machen eine Analyse der Evolution derzeit noch fast unmöglich.

Einige frühe Scyliorhinidae haben in der Zahnmorphologie noch viel Ähnlichkeit mit diversen Odontaspididae, erinnert sei hier vor allem an *Pteroscyllium* CAPPETTA, 1980 aus dem Santonium des Libanon. Das läßt den Schluß zu, daß Carcharhiniformes und Lamniformes auf eine gemeinsame ancestrale Form oder Gruppe zurückzuführen sind und beide Grupppen sich schon im Jura herausdifferenziert haben. In der höheren Kreide spielen die Scyliorhinidae schon eine wichtige Rolle in den Selachierfaunen, die Radiation dieser Gruppe war hier bereits voll im Gange und setzte sich auch im Tertiär fort.

Aus den Scyliorhinidae sind vermutlich die Triakidae hervorgegangen. Typisch ist eine Abflachung und Verbreiterung der Zahnkronen, verbunden mit einer starken morphologischen Differenzierung, je nach Stellung im Gebiß (z. B. Triakis oder Palaeogaleus). Zahntypen wie bei Galeorhinus leiten über zur Zahnform, wie sie bei den Carcharhinidae verbreitet ist. Die Carcharhinidae lassen sich aus den Triakidae ableiten. Während die Scyliorhinidae und Triakidae in der Oberkreide schon recht weit verbreitet sind, kennt man bisher keine Carcharhinidae aus der Kreide. Sie setzen erst im tieferen Paläogen ein und erreichen das Maximum ihrer Entwicklung (starke Radiation) erst im Neogen, wo sie zur beherrschenden Gruppe der Selachier aufsteigen. Die Radiation hin zu den zahlreichen rezenten Taxa der Carcharhinidae erfolgte somit in einem vergleichsweise geringen Zeitabschnitt.

Betrachtet man die Evolution der Neoselachier insgesamt, muß man feststellen, daß vor der höheren Unterkreide (etwa Aptium bis Albium) nur sehr wenige Neoselachier bekannt sind und diese überwiegend zu den Hexanchiformes, Orectolobiformes, Squatiniformes, Heterodontiformes, Rhinobatoidei und den in ihrer systematischen Stellung noch unsicheren Palaeospinacidae und Protospinacidae gehören, fast durchweg relativ formenarme Gruppen in diesem Zeitraum. Erst im Aptium bis Albium erscheinen zahlreiche modernere Gruppen der Lamniformes und Carcharhiniformes, hinzuzurechnen sind auch die Squaliformes. Der Entwicklungsgrad dieser Gruppen zeigt jedoch an, daß deren frühe Radiation zeitlich schon deutlich weiter zurückliegen muß. Im gesamten Zeitraum der tieferen Unterkreide ist der Fossilnachweis betreffs Neoselachier jedoch außerordentlich gering und mit großen Kenntnislücken ist zu rechnen.

Die Ursachen der geringen Kenntnis von Neoselachiern aus der tieferen Unterkreide hat vermutlich mehrere Ursachen. Eine davon ist sicher klimatischer Natur: Nach KEMPER (1987) ist für die tiefere Unterkreide eine deutliche, wenn auch phasenweise schwankende Temperaturdepression gegenüber dem oberen Jura festzustellen (wenigstens für Europa),

welche auch Auswirkung auf die Diversität der Faunen hat. Da aber gerade der europäische Raum wohl noch am besten paläontologisch untersucht ist, ist es nicht ausgeschlossen, daß der mangelhafte Fossilnachweis regional bedingt ist. Untersuchungen in Regionen mit besseren klimatischen Bedingungen im genannten Zeitraum können sicher manche Kenntnislücke füllen. Allein an mangelnden Fossilnachweisen wird die spärliche Überlieferung von Neoselachiern der Unterkreide jedoch nicht liegen.

Die starke Entfaltung moderner Neoselachier-Gruppen ab „Mittelkreide" fällt jedoch nicht zufällig mit den großen Transgressionsphasen der Kreide zusammen. Die Überflutung gewaltiger Kontinentalbereiche mit deren Umwandlung in riesige Schelfmeer-Regionen (die vermutlich umfangreichsten der Erdgeschichte überhaupt) schuf die Voraussetzung für eine starke Entfaltung neritischer Faunen. Gleichzeitig erfolgte ein Anstieg der Jahresdurchschnittstemperaturen vom durchschnittlich relativ niedrigen Niveau in der tieferen Unterkreide zu einem sehr hohen Level in der höheren Oberkreide. Die global riesigen Wasserflächen dämpften auch saisonale Temperaturschwankungen, so daß in der höheren Oberkreide optimale Verhältnisse herrschten für neritische Faunen: große Flachwasserareale mit gut durchwärmten Wassermassen bei geringen saisonalen Klimaschwankungen. Diese Verhältnisse waren nicht nur auslösender Impuls für die starke Entfaltung der Neoselachier, sondern auch anderer Gruppen, z. B. auch Actinopterygier unter den Knochenfischen und diverser Invertebraten-Gruppen. Die starke Durchwärmung der oberflächennahen Wassermassen führte jedoch sicher auch dazu, daß manche kühl-präferenten Gruppen (z. B. Squalidae) im Laufe der Kreide in entsprechend temperierte Tiefwasserräume abwanderten und sich so ein Teil der modernen Tiefseefaunen schon im Laufe der höheren Kreide formierte. Für andere Gruppen, die dem Konkurrenzdruck der sich entfaltenden neuen Faunenelemente nicht gewachsen waren, wurde die Tiefsee zum Reliktareal.

6. Zusammenfassung

Aus dem Campanium (vorwiegend höheres Campanium) des Münsterlandes liegt nach neuen Untersuchungen eine Neoselachier-Fauna vor, die sich nach heutiger Kenntnis aus etwa 45 Taxa zusammensetzt. Sie zählt damit zu den wenigen bis jetzt bekannten hochdiversen Faunen der Kreide. Die bisher gefundenen Taxa sind im paläontologischen Teil der Arbeit beschrieben. Zusammen mit der Arbeit von MÜLLER & SCHÖLLMANN (1989) wurden bisher 7 neue Arten gefunden. Einige weitere, bis jetzt nur unzureichend belegte Taxa deuten auf weitere bisher unbeschriebene Arten hin, lassen sich momentan aber noch nicht definieren. Neben einigen Gruppen von kosmopolitisch verbreiteten pelagischen (Hexanchidae, Cretoxyrhinidae, Anacoracidae) oder neritischen (Orectolobidae, Scyliorhinidae, Triakidae) fanden sich auch einige Gruppen, die bisher nur aus diesem Raum in solcher Häufigkeit bekannt wurden (diverse Squalidae).

Der überaus hohe Entwicklungsgrad der Squalidae führt zu der Schlußfolgerung, daß wesentliche Abschnitte der Evolution dieser Gruppe zeitlich wesentlich früher abgelaufen sein müssen als bisher anzunehmen war und vermutlich deutlich in den Jura zurückreichen. In der höheren Kreide sind schon alle Subfamilien der Squalidae vertreten. Fragen zur Evolution der Squalidae sind im Kapitel 5.3.1 ausführlicher behandelt.

Die deutliche Dominanz einiger Squalidae (*Cretascymnus*, *Centroscymnus*) in der Münsterländer Kreide ist weltweit bisher einmalig und deutet auf besondere Bedingungen im westfälischen Kreidebecken hin. Diese Squalidae, wie auch ein Teil der Actinopterygier der bekannten westfälischen Fisch-Fauna, sind echte Tiefwasser-Taxa, die aus diesem Grund in anderen gut untersuchten neritischen Kreidefaunen fehlen oder äußerst selten sind. Sowohl Fauna als auch lithologische Verhältnisse lassen das westfälische Kreidebecken als lokal übertieftes Randbecken erscheinen, für das Beckenzentrum werden Wassertiefen von bis zu 400-600m angenommen.

In den Beckensedimenten fehlen neritische Faunenelemente fast völlig, ihr spärliches Auftreten ist an turbiditische Schüttungen (Suspensionsströme) gebunden. Es handelt sich also nicht um isotopes Material, sondern um umgelagertes (allotopes) Material. Insgesamt können für das Campanium des Münsterlandes vier Faunentypen gut unterschieden werden.

1. Tiefwasserfauna des Beckeninneren: besteht fast ausschließlich aus zwei hier häufigen Arten: *Cretascymnus westfalicus* und *Centroscymnus praecursor*.

2. Gemeinschaft der distalen Turbidite: Besteht vor allem aus den unter 1. genannten Arten, hinzu kommt ein quantitativ eher geringer Anteil neritischer Formen (*Paratriakis*, *Scyliorhinus* etc.).

3. Gemeinschaft proximaler Turbidite: Tiefwasser-Elemente mit einem hohen Anteil an allotopen neritischen Elementen.

4. Neritische Faunen: Diese setzen sich fast ausschließlich aus neritischen Elementen zusammen, Tiefwasser-Elemente fehlen fast völlig.

Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um bisher unzureichend belegte Taxa besser definieren zu können und die räumliche und zeitliche Verbreitung der einzelnen Faunenelemente noch besser zu fassen. Mit den vorgelegten Untersuchungen ist das Potential der westfälischen Oberkreide bei weitem nicht erschöpft und so ist die vorliegende Arbeit eine erste zusammenfassende Übersicht, die im Laufe der nächsten Zeit ergänzt werden soll.

Literaturverzeichnis:

AGASSIZ, L. (1843b): Recherches sur les Poissons fossiles, **3**: I-VIII, 1-390, 32 Taf. Neuchatel und Soleure.

ALBERS, H. & WEILER, W. (1964): Eine Fischfauna aus der oberen Kreide von Achen und neuere Funde von Fischresten aus dem Maastricht des angrenzenden belgisch-holländischen Raumes.- N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **120** (1): 1-33, 42 Fig. Stuttgart.

ANTUNES, M.T. (1961): Sur la faune de Vertebres du Cretace de lembe (Angola).- C.R. Acad. Sci. Paris, 253: 513-514.

ANTUNES, M.T. (1964): O Neocretacio e o Cenozoico do litoral de Angola.- Junta de Investigacoes do Ultramar: 255 S., 27 Taf.; Lissabon.

ANTUNES, M.T. (1972): Les Squales (Cretace et Tertiaires): Interet pour la stratigraphie et sa problematique.- Coll. methodes et tendances de la stratigraphie.- Mem. B.R.G.M., **77** (1): 346-355; Paris.

APPLEGATE, S.P. (1964): First record of the extinct shark *Squaliocorax falcatus*, from California.- Bull. Soc. Cal. Acad. Sci., **63** (1): 42-43.

APPLEGATE, S.P. (1965): A confirmation of the validity of *Notorhynchus pectinatus*, the second record of this Upper Cretaceous cowshark.- Bull. Sth. Calif. Acad. Sci, **64** (3): 122-126, 1 Fig.; Los Angeles.

APPLEGATE, S. (1967): A survey of sharks hard parts.- In GILBERT, P:W. MATHEWSON, R.F. (eds.): Sharks, Skates and Rays.- Baaltimore (Johns Hopkins Press): 37-67.

APPLEGATE, S.P. (1970): The vertebrate fauna of the Selma Formation of Alabama, VIII: The fishes.- Fieldiana, Geol. Mem., **3** (8): 383-433.

APPLEGATE, S.P. (1972): A revision of higher taxa of Orectolobids.- J. mar. biol. Ass. India, **14** (2): 743-751, 2 Taf.; Cochin.

ARAMBOURG. C. (1935): Note preliminaire sur les vertebres fossiles des phosphates du Maroc.- Bull. Soc. geol. France, **5** (5): 413-439; Paris.

ARAMBOURG, C. (1940): Le groupe de Ganopristines.- Bull. Soc. Geol. France, 5. ser., **10**: 127-147, 2 Taf.; Paris.

ARAMBOURG, C. (1952): Les Vertebres des Phosphates (Maroc-Algerie-Tunisie).- Serv. Geol. Maroc., Notes et Mem., **92**: 1-372, 62 Fig. 44 Taf.; Rabat.

ARAMBOURG, C. (1954): Les Poissons Cretaces du Jebel Tselfat (Maroc).- Notes et Mem. Serv. Geol. Maroc., No. **118**: 188 S., 18 Taf.

ARAMBOURG, C. & BERTIN, L. (1958): Sousclasse des Selaciens. in: GRASSE, P.B. (Ed.), Traite de Zoologie, T. 13, fasc. 3: 2016-2056, Fig. 1412-1449; Paris (Masson).

ARNOLD, H. (1964a): *Martesia? wolanskyana* sp. n., eine primitive Pholadide aus dem Untersanton von Wanne-Eickel (eine Muschelart der westfälischen Oberkreide).- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**: 67-84, 2 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Krefeld.

ARNOLD, H. (1964b): Die Halterner Sande und ihre Fauna.- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**: 85-112, 9 Abb., 1 Tab.; Krefeld.

ARNOLD, H. (1964c): Die Fossilführung des Bottroper Mergels in der Ziegelei Ridderbusch westlich Dorsten.- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**: 199-212, 5 Abb.; Krefeld.

ARNOLD, H. (1964d): Fossilliste für die Münsterländer Oberkreide.- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**: 309-330, 1 Abb.; Krefeld.

ARNOLD, H. (1964e): Zur Lithologie und Zyklik des Beckumer Campans.- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**: 577-598, 8 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Krefeld.

ARNOLD, H. (1964f): Fazies und Mächtigkeit der Oberkreidestufen im Münsterländer Oberkreidegebiet.- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**: 599-610, 3 Abb., 1 Taf.; Krefeld.

ARNOLD, H. & WOLANSKY, D. (1964): Litho- und Biofazies der Oberkreide im südwestlichen Münsterland nach neuen Kernbohrungen.- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**: 421-478, 13 Abb., 5 Tab.; Krefeld.

BARROIS, CH. (1874): Catalogue des poissons fossiles du terraisn Cretace du Nord de la France.- Bull. Sc. Hist. et Litt. depart. Nord et pays vois., **6**: 101-110 u. 130-136; Lille.

BARROIS, CH. (1874): Vertebres fossiles de la Craie du Nord de la France.- Ann. Soc. Geol. N., **1**: 42-44; Lille.

BASSANI, F. (1880): Note peleontologiche: Uno Sqalo et uno Scopelide del Senoniano die Maestricht.- Atti Soc. Veneto-Trentino di Sci. Nat. Padova, **7**: 16-18 et 29, Taf. C Fig. 1 u. 2; Padova.

BASSANI, F. (1882): Descricione dei pisci fossili di Iesina accompagnata da appunti sualcune altre ittiofaune Cretacea (Pietraroja, Voirons, Comen, Grodischt, Crespano, Tolfa, Hakel, Sahel-Alma e Vestfalica).- Denkschr. Acad. Wiss. Vienna, **45** (2): 195-288).

BASSANI, F. (1885): Pesci de Castellazo.- Boll. Soc. Geol. Ital., **4**: 45-54, Taf. 9; Roma.

BEAUFORT, L.F. DE (1923): On a Collection of Upper Cretaceous Teeth and other Vertebrate Remains from a Deep Sea Deposit in the Island of Timor.- Jb. Mn. Nl. Oost Indie, **4.Jg.**, 4: 57-71; Taf. 5.

BEAUMONT, G. DE (1960A): Observations preliminaires sur trois selaciens nouveaux du Calcaire lithographique d Eichstätt (Baviere).- Eclog. geol. Helv., **53** (1): 315-328, 9 Fig., 1 Tab., 1 Taf.; Basel.

BEAUMONT, G. DE (1960B): Contribution a l Etude des Genres *Orthacodus* WOODW. et *Notidanus* CUV. (Selachii).- Mem. Suisses Pal., **77** (2): 1-46, 25 Fig., 3 Taf.; Basel.

BENDIX-ALMGREN, S.E. (1969): Notes on the Upper Cretaceous and Lower Tertiaray fish faunas of northern West Greenland.- Medd. Dansk. Geol. Forenig., **19** (2): 204-217.

BERG, L.S. (1958): System der rezenten und fossilen Fischartigen und Fische.- I-XI, 1-130, 263 Abb.; Berlin (VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften).

BERTIN, L. (1939): Essais de classification et nomenclature des poissons de la Sous-Classe des Selaciens.- Bull. Inst. Oc. Monaco, No. **775**: 1-24.

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.

BIGELOW, H.B. & SCHROEDER, W.C. (1953): Fishes of the Western North Atlantic. II. Sawfishes, Guitarfishes, Skates and Rays.- Mem. Sears Found. mar. Res., **1**: I-XV, 1-588, 127 Fig.; New Haven.

BIGELOW, H.B & SCHROEDER, W.C. (1957): A study of sharks of subordo Squaloidea.- Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll., **117**: 150 S.

BILELO, M.A.M. (1970): The fossil shark genus *Squalicorax* in North Central Texas.- Texas J. Sci., **1970**: 339-348.

BLOT, J. (1969) Elasmobranches. Systematique.- In: PIVTEAU, J. (Ed.): Traite de Paleontologie, IV(2), 1. Aufl., 1-790, 384 Fig.; Paris (Masson).

BONARELLI, G. (1899): I fossili Senoniani dell Appenino centrale che si conservano a Perugia nella Collezione Bellucii.- Atti R. Acad. Sc. Torino, **34**: 6-7.

BOYNE, P.J. (1970): Study of the chronologic development end eruption of the teeth in Elasmobranchs.- J. dent. Res., **49**: 556-560.

BRANISA, L. HOFSTAETTER, R. & SIGNEUX, J. (1964): Addditions a la faune ichthyologique du Cretace superieur de Bolivie.- Bull. Mus.Hist. Nat. Oaris, 2. Ser., **36**: 279-297, 3 Fig.; Paris.

BRANISA, L. & HOFSTETTER, R. (1966): Nouvelle contribution a l etude de la paleontologie et de l Age du groupe Puca (Cretace-Paleogene, Bolivie).- Bull. Mus. Nat. Hist. Paris, 2. Ser., **38**: 301-310, 1 Fig.; Paris.

CADENAT, J. (1959): Le genre *Atractophorus* GILCHRIST 1922, stade juvenile de *Centrophorus* MÜLLER & HENLE 1837 (Selaciens, Squalidae).- Bull. de l I.F.A.N. (A), **21**, ser. 2: 735-738.

CANAVARI, M. (1916): Descrizione di un noterole essemplare di *Ptychodus* AG. trovato nel calcare bianco della Creta superiore di Gallio nei Sette Communi (Veneto).- Paleontogr. Ital., Mem. Pal. Pisa, **22**: 35-102, Taf. 5-14.

CAPPETTA, H. (1972): Les poissons cretaces et tertaires du Bassin des Iullemmeden (Republique du Niger).- Paleovertebrata, **6** (5): 179-251, 10 fig., 13 Taf.; Montpellier.

CAPPETTA, H. (1973): Selachiens from the Carlile Shale (Turonian) of South Dakota.- J. Paleont., **47** (3): 504-514, 3 Taf.; Tulsa (Okl.).

CAPPETTA, H. (1974): Sclerorhynchidae nov. fam., Pristidae et Pristiophoridae: un exemple du parallelisme chez les selaciens.- C.R. Acad. Sci. Paris, ser. D, **278**: 225-228, Taf. 1.

CAPPETTA, H. (1975): Sur quelques selaciens nouveaux du Cretace superieur de Bolivie.- Geobios, **8** (1): 5-24, 8 Fig.; Lyon.

CAPPETTA, H. (1975): Selaciens et Holocephales du Gargasien de la region de Gargas (Vaucluse).- Geol. mediterr., **2** (3): 115-134, 10 Fig.; 2 Taf.

CAPPETTA, H. (1977a): Observations sur quelques selaciens du Cretace superieur d Angleterre avec la description d un genre nouveau.- Geobios, **10** (3): 479-485, 1 Fig., 1 Taf.; Lyon.

CAPPETTA, H. (1977a): Selaciens nouveaux de I Albien Superieur de Wissant (Pas-de-Calais).- Geobios, **10** (6): 967-973, 1 Taf.; Lyon.

CAPPETTA, H. (1980a): Les selaciens du Cretace superieur du Liban. I. Requins.- Palaeontographica, A **168** (1-4): 69-148, 33 Fig., 24 Taf.; Stuttgart.

CAPPETTA, H. (1980b): Les selaciens du Cretace superieur du Liban. II. Batoides.- Palaeontographica, A **168** (5-6): 149-229, 26 Fig., 1 Tab., 21 Taf.; Stuttgart.

CAPPETTA, H. (1980C): Modification du statut generique de quelques especes de selaciens Cretaces et Tertiaires.- Paleovertebrata, **10** (1): 29-42, 6 Fig.; Montpellier.

CAPPETTA, H. (1981): Sur la decouverte des genres Ischyrhiza et Ptychotrgon (Selachii, Batomorphii) dans le Cretace Superieur de Vendee (France).- Geobios, **14** (6): 807-812, 1 Taf.; Lyon.

CAPPETTA, H. (1987): Handbook of Paleoichthyology. Chondrichthyes II: Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii.- 193 S., 148 Fig.; Stuttgart und New York (G. Fischer Verlag).

CAPPETTA, H. & CASE, G.R. (1975A): Contribution a I etude des Selaciens du groupe Monmouth (Campanien-Maestrichtien) du New Jersey.- Palaeontographica, A **151** (1-3): 1-46, 9 Taf.; Stuttgart.

CAPPETTA, H. & CASE, G.R. (1975B): Selacien nouveaux du Cretace du Texas.- Geobios, **8** (4): 303-307; Lyon.

CASE, G.R. (1965): An occurence of the Sawfish *Onchopristis dunklei* in the Upper Cretaceous of Minnesota.- Jr. Minesota Ac. Sci ., **32**: 183.

CASE, G.R (1978): A new Selachian fauna from the Judith River Formation (Campanian) of Montana.- Palaeontographica, A **169** (1-6): 176-205, 16 Fig., 3 Tab., 6 Taf.; Stuttgart.

CASE, G.R. (1979): Additional fish records from the Judith river Formation Campanian) of Montana.- Geobios, **12** (3): 223-233, 1 Fig., 2 Taf.; Lyon.

CASE, G.R. (1987): A new Selachian fauna from the Late Campanian of Wyoming (Teapot Sandstone Member, Mesaverde Formation, Big Horn Basin).- Palaeontographica, A **197** (1-3): 1-37, 12 Fig., 3 Tab., 15 Taf.; Stuttgart.

CASIER, E. (1947): Constitution et Evolution de la Racine Dentaire des Euselachii. I-III.- Bull. Mus. roy. d Hist. nat. Belg., **23** (13-15): 92 S, 17 Fig., 5 Taf.; Bruxelles.

CASIER, E. (1949): Contribution a I etude des poissons fossiles de la Bellgique, XIII. Les Pristides eocenes.- Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg., **25** (10): 1-52; Bruxelles.

CASIER, E. (1953): Origine des Ptychodontes.- Mem. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg., ser. 2, **49**: 1-51, 2 Taf.; Bruxelles.

CASIER, E. (1954): Essai de Paleobiogeographie des Euselachii.- Vol. jub. VICTOR VAN STRAELEN: 576-640, 2 Fig.; Bruxelles.

CASIER, E. (1957): Les faunes ichthyologiques du Cretace et du Cenozoique de I Angola et de I enclave de Cabinda.- Leurs affinites paleobiogeographiques.- Communic. dos Serv. Geol. Portugal, **38**: 269-290; Lissabon.

CASIER, E. (1958): Contribution a I etude des poissons fossiles des Antilles.-Mem. Suisses de Paleont., **74**: 1-95, 3 Taf.; Basel.

CASIER, E. (1961): Transformations des systems de fixation et de vascularisation dentaires dans I evolution des Selaciens du sous-ordre des Squaliformes. Mem. Inst. roy. Sci. Nat. Belg., 2. ser., **65**: 1-61; Bruxelles.

CHAPMAN, F. (1909): On the occurence of the Selachian genus *Corax* in th Lower Cretaceous of Queensland.- Proc. Roy. Soc. Victoria, **21**, 11. ser., part 3: 452-453; Melbourne

CHAPMAN, F. (1909): Description and revision of the Cretaceous and Tertiary fish remains of New Zealand.- Wellington Pal. Bull., No. **7**: 46 S., 9 Taf.; Wellington.

CHECCHIA-RISPOLI, G. (1883): Di un nuovo genre di Pristidae del Cretaceo superiore della Tripolitana.- Mem. R. Ac. Italia, Cl. Sci. Fig. Mat, Nat, **4** (1): 7 S., 1 Textfig.; Roma.

COMPAGNO, L.J.V. (1973) Interrelationships of living elasmobranchs.- Suppl. No. 1 Zool. J. Linnean Soc., **53**: 15-61, 5 Fig.,, 2 Taf.; London.

COMPAGNO, L.J.V. (1977): Phyletic relationships of living sharks and rays.- Am. Zool., **17**: 303-322, 15 Fig.

COMPAGNO, L.J.V. (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).

DALINKEVICIUS, I.A. (1935): On the fossil fishes of the Lithuanian Chalk. I. Selachii.- Mem. Fac. Sci. Univ. Vytautas le Grand, **9**: 283-306, 9 Taf.; Kaunas.

DAVIS, J.W. (1887): The fossil fishes of the Chalk of Mount Lebanon in Syria.- Sci. Trans. Roy. Dublin Soc., ser. 2, **3**: 457-636; Dublin.

DOYLE, P.S. & RIEDEL, W.R. (1978): Ichthyoliths from site 436, Northwest Pacific, Deep Sea Drilling Project, Leg 56. Init. Reports DSDP, **56**: 887-893; Washington (U.S. Govt. Printing Office).

DOYLE, P.S. & RIEDEL, W.R. (1979a): Ichthyoliths: Present Status of Taxonomy and Stratigraphy of Microscopic Fish Skeletal Debris.- Scrpps Inst. Oceanogr. Ref. Ser., **79**-16: 231 S.

DOYLE, P.S. & RIEDEL, W.R. (1979b): Cretaceous to Neogene ichthyoliths in a giant piston core from the central North Pacific.- Micropaleontology, **25**: 337-364.

DOYLE, P.S. & RIEDEL, W.R. (1981): Ichthyoliths from site 464, Northwest Pacific, Deep Sea Drilling Project, Leg 62. Init. Reports DSDP, **62**: 491-494; Washington (U.S. Govt. Printing Office).

DUFFIN, C.J. (1980): A new euselachian shark from th Upper Triassic of Germany.- N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1980** (1): 1-16, 8 Fig.; Stuttgart.

DUFFIN, C.J. (1982): Teeth of a new selachian from the Upper Triassic of England.- N. Jb. Geol. Paläontol. Mh., **1982** (3): 156-166, 4 Textfig., 1 Tab.; Stuttgart.

DUNKLE, D.H. (1948): On two previously unreported selachians from the Upper Cretaceous of North America.- Journ. Washington Acad. Sci., **38** (5): 173-176, 2 Fig.; Washington.

EASTMAN, C.R. (1894): Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Oxyrhina* mit besonderer Berücksichtigung von *Oxyrhina Mantelli* AG.- Palaeontographica, **41** (3): 149-192, 3 Taf.; Stuttgart.

EDGERTON, C.C. DOYLE, P.S. & RIEDEL, W.R. (1981): Ichthyolith age determination of otherwise unfossiliferous Deep Sea Drilling Project cores.- Micropaleontology, **23**: 194-205.

GAMBLE, H.J. (1977): New records of rare Selachian teeth from the Lower Cretaceous of Seine-Maritime.- Proc. Geol. Ass., **88** (1): 45-46.

GARRICK, J.A.F. (1955a): Studies on New Zealand elasmobranchii. IV. The systematic position of *Centroscymnus waitei* (THOMPSON, 1930), Selachii.- Trans. Roy. Soc. New Zealand, **83** (1): 227-239, 2 Fig.

GARRICK, J.A.F. (1955b): Studies on New Zealand Elasmobranchii. III. A new Species of *Triakis* (Selachii) from New Zealand.- Trans. Roy. Soc. N. Zealand, **83** (3): 695-702, 2 Fig.

GARRICK, J.A.F. (1956): Studies...V. *Scymnodalatias* nov. gen., based on *Scymnodon sherwoodi* ARCHEY 1921.- Trans. Roy. Soc. N. Zealand, : **83** (3): 555-571, 3 Taf.

GARRICK, J.A.F. (1959a): Studies...VII. The identity of specimens of *Centrophorus* from New Zealand.- Trans. Roy. Soc. N. Zealand, **86** (1-2): 127-141, 5 Fig.

GARRICK, J.A.F. (1959b): Studies...VIII. Two northern hemisphere species of *Centroscymnus* in New Zealand waters.- Trans. Roy. Soc. N. Zealand, **87** (1-2): 75-89, 4 Fig.

GARRICK, J.A.F. (1959c): Studies...IX. *Scymnodon plunketi* (WAITE, 1910), an abundant deep-water shark of New Zealand waters.- Trans. Roy. Soc. N. Zealand, **87** (3-4): 271-283, 3 Fig.

GARRICK, J.A.F. (1960a): Studies...XI. Squaloids of the genera *Deania, Etmopterus, Oxynotus* and *Dalatias* in New Zealand waters.- Trans. Roy. Soc. N. Zealand, **88** (3): 489-517, 8 Fig., Taf. 26.

GARRICK, J.A.F. (1960b): Studies... XII. The species of *Squalus* from New Zealand and Australia and a general account and key to the New Zealand Squaloids.- Trans. Roy. Soc. N. Zealand, **88** (3): 519-557, 6 Fig.

GEINITZ, H.B.(1875): Das Elbtalgebirge in Sachsen.- Palaeontographica, **20** (1): 293-302, Taf. 64-65; 20(2): 206-229, Taf. 38-45; Cassel.

GIERS, R. (1958): Die Mukronatenkreide im östlichen Münsterland. Fazies, Stratigraphie und Lagerung.- Beih. Geol. Jb., **34**: 148 S., 4 Taf., 12 Abb.; Hannover.

GIERS, R. (1964): Die Großfauna der Mukronatenkreide (Unteres Obercampan) im östlichen Münsterland.- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Wstf., **7**: 213-294, 10 Abb., 3 Tab., 8 Taf.; Krefeld.

GLYCKMAN, L.S. (1964): Akuly paleogena i ikh stratigraficheskoe znakhnenie (Haie des Palaeogen und ihre stratigraphische Bedeutung).- Public. Ac. Sci. UdSSR (in russ.): 229 S., 75 Fig., 31 Taf.; Moskau.

GLYCKMAN, L.S. & SHELESKO, W.I. (1979): Akuly (Haie). in: Graniza Santona i Kampana na Vostotchno-evropeiskoi Platforme (Grenze Santon und Campan auf der osteuropäischen Tafel).- Akad. Nauk SSSR, Uralski Nautchny Zentr, Trudy Inst. Geol. i Geoch. vyp. **148**: 90-103, 1 Tab., 1 Taf.; Sverdlovsk (in russ.).

GUDGER, E.W. (1937): Abnormal dentition in sharks, Euselachii. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., **73** (2): 249-280, 21 Fig.; New York.

HÄNTZSCHEL, W. (1964): Die Spurenfossilien und Problematica im Campan von Beckum.- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**: 295-308, 4 Taf.; Krefeld.

HERMAN. J. (1973): Contribution a la connaisance de la faune ichthyologique des phosphates du Maroc.- Ann. Soc. Geol. Belg, **95** (2): 271-284, 2 Taf.; Liege.

HERMAN. J. (1975): Zwei neue Haifischzähne aus der Kreide von Misburg.- Ber. Naturhist. Ges. Hannover, **119**: 295-302.

HERMAN, J. (1977): 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.

HERMAN, J. (1982A): Additions to the fauna of Belgium. 6. The Belgian Eocene Squalidae.- Tert. Res., **4** (1): 1-6.

HERMAN, J. (1982B): Die Selachier aus der Maastricht-Stufe von Hemmoor, Niederelbe (NW-Deutschland).- Geol. Jb., A **61**: 129-159, 1 Fig., 1 Tab., 4 Taf.; Hannover.

HERMAN, J. & 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.

HOLLSTEN, W. (1924): Rhinobatus tesselatus aus dem Obersenon Westfalens.- Cbl. Min. etc., B; Stuttgart.

HOLMGREN, N. (1941): Studies in the head of fishes. Part III. The phylogeny of elasmobranch fishes.- Acta Zool., **23**: 129-261; Stockholm.

JACOBSHAGEN, E. (1923): Placoidschuppen und Selachierzähne.- Anat. Anz., **57**: (Erg.-H.): 174-179; Jena.

JONES, E.C. (1971): *Isistius brasiliensis*, a squaloid shark, the probable cause of crater wounds on fishes and cetaceans.- Fish. Bull., **69**: 791-798.

KEMP, N.R. (1978): Detailed comparisions of the dentitions of extant Hexanchid sharks and Tertiary Hexanchid teeth from South Australia and Victoria, Australia (Selachii: Hexanchidae).- Mem. Nat. Mus. Vict., **39**: 61-83, 5 Fig., 4 Taf.

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.).

KEMPER, E. (1987) (Ed.): Das Klima der Kreidezeit.- Geol. Jb., A, **96**: 5-185; Hannover.

KEYES, I.W. (1984): New records of fossil elasmobranch genera *Megascyliorhinus*, *Centrophorus*, and *Dalatias* (Ordo Selachii) in New Zealand.- New Zealand J. Geol. Geophys.; **27**: 203-216.

KRUCKOW, T. (1979): Wirbeltier-Zähne aus dem Muschelkalk und der Kreide von Helgoland.- Abh. naturwiss. Ver. Bremen, **39** (1): 55-76.

LAUBE, L.M. (1918): On the remains of a selachian from the Edmonton Formation, Cretaceous of Alberta.- Ott. Nat., **32**: 27-28.

LANDOLT, H.H. (1947): Über den Zahnwechsel bei Selachiern.- Rev. Suisse de Zool., **54**: 305-367, 35 Abb.; Geneve.

LANGSTON, W. Jr. (1970): A Late Cretaceous vertebrate fauna from the St.Marys Formation in Western Canada.- Athlon, Roy. Ont. Mus.: 114-133.

LARRAZET, A. (1886): Des pieces de la peau de quelques selaciens fossiles.- Bull. Soc. geol. France, **3** (14): 255-277, Taf. 13-16; Paris.

LEDOUX, J.C. (1970): Les dents des Sqalides de la Mediterrranee occidentale et de l Atlantique nord-ouest Africain.- Vieu et Milieu, ser. A, Biol. mar., **21** (2A): 309-362, 21 Fig.

LEDOUX, J.C. (1972): Les Squalidae (Euselachii) miocenes des environs d Avignon (Vaucluse).- Documents Lab. Geol. Fac. Sci. Lyon, Notes et Mem., **52**: 133-175; Lyon.

LERICHE, M. (1902): Revision de la Faune ichthyologique des terrains Cretaces du nord de la France.- Ann. Soc. geol. Nord., T **31**: 87-154, 4 Fig., Taf. 2-4; Lille.

LERICHE, M. (1936): Les poissons du Cretace et du Nummulitique de l Aude.- Bull. Soc. geol. France, 5. ser., **6**: 375-402, Taf. 25-27; Paris.

LERICHE, M. (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.

LINEWEAVER, T.H. & BACKUS, R.H. (1970) The Natural History of Sharks.- Philadelphia und New York (J.B. Llipincott Corp.): 256 S.

MAISEY, J.G. (1975): The interrelationships of phalacantheous selachians.- N. Jb. Geol. Paläont. Mh, 1975 (9): 553-567, 6 Fig.; Stuttgart.

MAISEY, J.G. (1976): The Jurassic selachian fish *Protospinax* WOODWARD.- Paleontology, **19** (4): 733-747. 8 Fig., 2 Taf.

MAISEY, J.G. (1977): The fossil selachian fishes *Palaeospinax* EGERTON, 1872 and *Nemacanthus* AGASSIZ, 1837.- Zool. J. Linn. Soc., **60**: 259-273, 5 Fig., 2 Taf.; London.

MAISEY, J.G. (1980): An Evaluation of Jaw Suspension in Sharks.- Amer. Mus. Novitates, **2706**: 1-17, 6 Fig.; New York.

MAISEY, J.G. (1982): The anatomy and interrelationships of Mesozoic hybodont sharks.- Amer. Mus. Novitates, **2724**: 1-48.

MAISEY, J.G. (1984A): Chondrichthyan phylogeny, a look at the evidence.- Journ. Vertebr. Paleontol., **4** (3): 359-371.

MAISEY, J.G. (1984B): Higher Elasmobranch phylogeny and biostratigraphy.- Zool. Journ. Linn. Soc., vol. **82** (1-2): 33-54.

MAISEY, J.G. (1985): Cranial morphology of the fossil elasmobranch *Synechodus dubrisiensis*.- Amer. Mus. Novitates, **2804**: 1-28; New York.

MARCK, W. VON DER (1858): Über einige Wirbeltiere, Kruster und Cephalopoden der westfälischen Kreide.- Z. dtsch. geol. Ges., **10**: 231-271; Berlin.

MARCK, W. VON DER (1863) Fische, Krebse und Pflanzen aus dem Plattenkalk der jüngeren Kreide aus Westfalen.- Palaeontographica, **11**: 1-83, 14 Taf.; Cassel.

MARCK, W. VON DER (1873): Neue Beiträge zur Kenntnis der fossilen Fische und anderer Tierreste aus der jüngsten Kreide Westfalens.- Palaeontographica, **22**: 55-74, 2 Taf.; Cassel.

MARCK, W. VON DER (1885): Dritter Nachtrag. Fische aus der oberen Kreide Westfalens.- Palaeontographica, **31**: 233-267, 5 Taf.; Cassel.

MARCK, W. VON DER (1894): Vierter Nachtrag. Die fossilen Fische der westfälischen Kreide.- Palaeontographica, **41**: 41-48, Taf. 5; Stuttgart.

MARCK, W. VON DER & SCHLÜTER, CL. (1868): Neue Fische aus der Kreide von Westfalen.- Palaeontographica, **15**: 269-305, 4 Taf.; Cassel.

McNULTY, C.L. (1964): Hypolophid teeth from the Woodbine Formation, Tarrant County, Texas.- Eclog. geol. Helv., **57** (2): 537-539.

McNULTY, C.L. & SLAUGHTER, B.H. (1962): A new sawfish from the Woodbine Formation (Cretaceous) of Texas.- Copeia **1962**, No. 4: 775-777.

McNULTY, C.L. & SLAUGHTER, B.H. (1964): Rostral teeth of *Ischyrhiza mira* LEIDY from Northeast Texas.- Texas J. Sci, **16**: 107-112.

McNULTY, C.L. & SLAUGHTER, B.H. (1970): A request for opinions on a neotype for *Ptychotrygon triangularis* (REUSS).- J. Pal., **44** (1): 1 S.

McNULTY, C.L. & SLAUGHTER, B.H. (1972): The Cretaceous Selachian Genus *Ptychotrygon* JAEKEL 1894.- Eclog. Geol. Helv., **65** (3): 647-655.

MOSS, S.A. (1967): Skeletal tissues in sharks.- Amer. Zool., **17**: 335-342.

MOSS, S.A. (1967): Feeding mechanisms in sharks.- Amer. Zool., **17**: 355-364.

MÜLLER, A. & SCHÖLLMANN, L. (1989): Neue Selachier (Neoselachii, Squalomorphii) aus dem Campanium Westfalens.- N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **178** (1): 1-35, 8 Abb.; Stuttgart.

MÜLLER, A. & RIEGRAF, W. (1988): Pelagische Bedingungen und tethyaler Einfluß im Oberen Campanium (Oberkreide) Westfalens (Nordwestdeutschland).- Vortrag 58. Jahrestagung Paläont. Ges., Kurzfassung in den Tagungs-Unterlagen S. 55; Stuttgart.

NISHIMOTO, H. & MOROZUMI, Y. (1979): Late Cretaceous elasmobranchs from the Izumi Mountains, Southwest Japan.- Bull. Mizunami Foss. Mus., **6**: 133-139.

PATTERSON, C. (1966): British Wealden sharks.- Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.), Geol., **11** (7): 283-350; London.

PAUL, S.N. (1973): A note on the fossil shark tooth from Tiruchchirapalli District, Tamil Nadu, India.- Current Science, **42** (21): 753, 1 Abb.; Bangalore.

PEYER, B. (1968): Comparative Odontology.- I-XIV, 1 347, 220 Fig., 88 + VIII Taf. Chicago u. London (The University of Chicago Press).

PFEIL, F.H. (1983): Zahnmorphologische Untersuchungen an rezenten und fossilen Haien der Ordnungen Chlamydoselachiformes und Echinorhiniformes.- Palaeoichthyologica, **1**: 1-315; München.

PFEIL, F.H. (1984): Neoselachian teeth collected from phosphorite bearing greensand at Chatham Rise east of New Zealand.- Geol. Jb. 65, 107-115; Hannover.

PHILLIPS, F.J. WELTON, B. & WELTON, J. (1976): Paleontologic studies of the middle Tertiary Skonner Gulch and Gallaway Formations.- Proc. Soc. Econom. Paleont Miner., Pacific section: 137-154; Tulsa.

PLEDGE, N.S. (1967): Fossil elasmobranch teeth of South Australia and their stratigraphic distribution.- Trans. Roy. Soc. S. Austr., **91**: 135-160, 4 Taf.

PREUSCHOFT, H., REIF, W.E. & MÜLLER, W.H. (1974): Funktionsanpassungen in Form und Struktur an Haifischzähnen.- Z. anat. Entwickl.-Gesch., **143**: 315-344, 19 Abb.; Berlin.

PRIEM, F. (1897): Sur les dents d elasmobranches de divers gisements senoniens.- Bull. Soc. geol. France, ser. 3, **25**: 40-56.

PRIEM, F. (1911): Etudes des poissons fossiles du bassin parisien (Suppl.),– Ann. Paleont., **6** (11): 1-44; Paris.

RADCLIFFE, L: (1917): Notes on the taxonomic value of dermal denticles and teeth identifying sharks.- Copeia, **42**: 25-28.

RADINSKY, L. (1961): Tooth histology as a taxonomic criterion for certagineous fishes.- Journ. Morphol., **109** (1): 73-92.

REGAN, C.T: (1906): A Classification of the Selachian Fishes.- Proc. Zool. Soc. Lond., **1906**: 722-758, 10 Fig.; London.

REGAN, C.T. (1908): A Revision of the Sharks of the Familiy Orectolobidae.- Proc. Zool. Soc. Lond., **1908**: 347-367, 3 Taf.; London.

REIF, W.-E. (1973A): Morphologie und Ultrastruktur des HAI-„Schmelzes".- Zool. Scripta, **2** (5-6): 231-250, 25 Fig; Stockholm.

REIF, W.-E. (1973B): Morphologie und Skulptur der Haifisch-Zahnkronen.- N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **143** (1): 39-55, 8 Abb.; Stuttgart.

REIF, W.-E. (1973C): Ontogenese des Hautskelettes von *Heterodontus falcifer* (Selachii) aus dem Untertithon.- Stuttgarter Beitr. Naturkunde, (B) Nr. **7**: 16 S.

REIF, W.-E. (1974A): *Metopacanthus* sp. (Holocephali) und *Palaeospinax egertoni* S.WOODWARD (Selachii) aus dem unteren Toarcium von Holzmaden.- Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, **10**: 1-9, 4 Abb.; Stuttgart.

REIF, W.-E. (1974B): Morphogenese und Musterbildung im Hautzähnchen-Skelett von *Heterodontus*.- Lethaia, **7**: 25-42.

REIF, W.-E. (1974C): Teeth and dermal denticles of *Heterodontus falcifer* (Upper Jurassic) and *Heterodontus japonicus* (Recent).- Annu. Rep. Keikyu Aburatsubo Marine Park Aquarium,– 5-6 (für 1973/74): 16-20, 3 Fig.

REIF, W.-E. (1976): Morphogenesis, Pattern Formation and Function of the Dentition of *Heterodontus* (Selachii).- Zoomorphology, **83** (1): 1-47, 39 Fig.; Berlin, Heidelberg, New York.

REIF, W.-E. (1978A): Tooth enameloid as a taxonomic criterion. 2. Is *„Dalatias" barnstonensis* SYKES, 1971 (Triassic, England) a squalomorphic shark?- N Jb. Geol. Paläont. MH., **1978** (1): 42-58, 8 Fig.; Stuttgart.

REIF, W.-E. (1978B): Shark dentitions: morphogenetic processes and evolution.- N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **257**: 107-115; Stuttgart.

REIF, W.-E (1978C): Types of morphogenesis of the dermal skeleton in fossil sharks.- Pal. Z., **52**: 110-128; Stuttgart.

REIF, W.-E (1978E): Wound healing in sharks: Form and arrangement of repair-scales.- Zoomorphol., **90**: 101-111.

REIF, W.-E. (1979A): Structural convergences between enameloid of actinopterygian teeth and of shark teeth.- Scanning Electron Microscopy, **11**: 547-554, 9 Fig.

REIF, W.-E. (1980C): A model of morphogenetic processes in the dermal skeleton of elasmobranchs.- N. JB. Geol. Paläon., Abh., **159**: 339-559; Stuttgart.

REIF, W.-E. (1980D): Development of dentition and dermal skeleton in embryonic Scyliorhinus canicula.- J. Morphol., **166**: 275-288.

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.

RESEARCH Group for mesozoic fossil sharks (1977): Cretaceous fossil elasmobranchs from Japan.- Bull. Minuzami Fossil Mus., **4**: 119-138, Taf. 30-34.

REUSS, A.E. (1845): Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation. Erste Abtheilung: IV + 58 S.; Stuttgart.

REUSS, A. E. (1846): Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation. Zweite Abtheilung: IV + 148; Stuttgart.

ROMER, A.S. (1962): Vertebrate Paleontology.- 9. Aufl.: I-VIII, 1-687, 377 Fig., 4 Tab. Chicago (The Univ. of Chicago Press).

SAHNI, A. (1972): The vertebrate fauna of the Judith River Formation, Montana.- Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 6: 323-412.

SCHAEFFER, B. (1963): Cretaceous fishes from Bolivia, with comments on Pristid evolution.- Amer. Mus. Nov., No. **2159**: 20 S., 6 Fig.; New York.

SCHAEFFER, B. (1967): Comments on Elasmobranch Evolution.- In: GILBERT, P.W., MATHEWSON, R.F. & RALL, D.P. (Eds.): Sharks, Skates and Rays: I-X, 1-624; Baltimore (John Hopkins Press).

SCHWEIZER, R. (1961): Über die Zähne von *Heterodontus semirugosus* (PLIENINGER) aus dem Brenztaloolith von Schnaitheim und dem Diceraskalk von Kehlheim (Malm zeta).- N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **113**(1): 95-109, 1 Abb., 3 Taf.; Stuttgart.

SCHWEIZER, R. (1964): Die Elasmobranchier und Holocephalen aus den Nusplinger Plattenkalken.- Palaeontographica, A, **123** (1-3): 58-110, 15 Abb., 3 Tab., 6 Taf.; Stuttgart.

SIEGFRIED, P. (1954): Die Fischfauna des westfälischen Obersenons.- Palaeontographica, A **106** (1-2): 1-36, 2 Abb., 15 Taf.; Stuttgart.

SIEGFRIED, P. (1956): Der stratigraphische Wert der Fischfauna des westf-lischen Ober-Campan.- Paläont. Z., **30**: 57-58; Stuttgart.

SIGNEUX, J. (1949): Notes paleoichthyologiques. I et II.- Bull. Mus. Hist. Nat. Paris, (2), **21** (5): 633-638; Paris.

SIGNEUX, J. (1950): Notes paleoichthyologiques. III. Bull. Mus. Hist. Nat. Paris, (2), **22** (2): 315-319; Paris.

SIGNEUX, J. (1951): Notes paleoichthyologiques. IV. Rhinobatidae du Cretace Liban.- Bull. Mus. Hist. Nat. Paris, (2), **23**: 693-695; Paris.

SIGNEUX, J. (1954): Notes paleoichthyologiques. VI (Suite). Cas d ovoviviparite chez un Rhinobate fossile.- Bull. us. Hist. Nat. Paris, (2), **26** (5): 644-645; Paris.

SLAUGHTER, B.H. & SPRINGER, S. (1968): Replacement of rostral teeth in sawfishes and sawsharks.- Copeia, **3**: 499-506.

SLAUGHTER, B.H. & STEINER, M. (1968): Notes on rostral teeth of Ganopristine sawfishes, with special reference to Texas material.- Journ. Paleont., **42** (1): 233-239, 4 Fig.; Tulsa (Okl.).

SPRINGER, V.G. (1979): A Revision of the Catsharks, Family Scyliorhinidae.- NOAA Technical Report NMFS Circular, **422**: I-V, 1-152, 97 Fig.; Washington.

SPRINGER, V.G. & GARRICK, J.A.F. (1979): A A survey of vertebral numbers in sharks.- Proc. U.S. Nat. Mus., **116**, 3496: 73-96;

STORER; J.E & JOHNSON, H. (1974): *Ischyrhiza* (Chondrichthyes: Pristidae) from the Upper Cretaceous Foremort Formation (Campanian) of Alberta.- Can. J. Earth Sci., **11** (5): 712-715.

STRASBURG, D.W.C. (1963): The diet and dentition of *Isistius brasiliensis*, with remarks on tooth replacement in other sharks.- Copeia **1963**: 33-40.

STROMER, E. (1927): Wirbeltierreste der Baharije-Stufe (Unterstes Cenoman). 9. Die Plagiostomen, mit einem Anhang über käno- und mesozoische Rückenflossenstacheln von Elasmobranchiern.- Abh. Bayr. Akad. Wiss., Math.-Nat. Kl., **31** (5): 1-64; München.

SYKES, J.H. (1971): A new Dalatiid fish from the Rhaetic bonebed at Barnstone, Nottinghamshire.- Merician Geologist, **5**: 49-64.

SYKES, J.H. (1974A): Teeth of *Dalatias barnstonensis* in the British Rhaetic.- Mercian Geologist, **5**: 39-48.

SYKES, J.H. (1974B): On elasmobranch dermal denticles from the Rhaetic bone bed at Barnstone, Nottinghamshire.- Mercian Geologist, **5**: 49-64.

THIES, D. (1979): Selachierzähne aus der nordwestdeutschen Unterkreide.- IUGS Series A, **6**: 211-222, 3 Abb., 2 Taf.; Stuttgart.

THIES, D. (1981): Vier neue Neoselachier-Haiarten aus der NW-deutschen Unterkreide.- N. Jb. Geol. Paläon. Mh., **1981** (8): 475-486, 9 Abb.; Stuttgart.

THIES, D: (1982): A neoselachian shark tooth from the lower Triassic of the Kocaeli (= Bythinian) Peninsula, W Turkey.- N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1982** (5): 272-278, 3 Fig.; Stuttgart.

THIES, D. (1983): Jurazeitliche Neoselachier aus Deutschland und S-England.- Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, **58**: 1-117, 11 Abb., 15 Taf.; Frankfurt/Main.

THIES, D. (1987): Paleoecology of Lower Cretaceous cow sharks (Neoselachii, Hexanchiformes):- Paläontol. Z., **61** (1/2): 133-140, 4 Abb.; Stuttgart.

THURMOND, J. (1971): Cartilaginous fishes of the Trinity Group and related rocks (Lower cretaceous) of North Central Texas.- Southeastern Geol., **13** (4): 207-227, 14 Fig.; Durham.

VOIGT, E. & HÄNTZSCHEL, W. (1964) Gradierte Schichtung in der Oberkreide Westfalens.- Fortschr. Geol. Nordrh. u. Westf., **7**: 495-548, 7 Abb., 3 Tab., 18 Taf.; Krefeld.

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.

WARD, D.J. (1980): The distribution of sharks, rays and chimaeroids in the English Paleogene.- Tert. Res., **3** (1): 13-19.

WEGNER, T. (1926): Geologie Westfalens; Paderborn.

WELTON, B.J. & ZINSMEISTER, W.J. (1980): Eocene neoselachians from the La Meseta Formation, Seymour Island, Antarctic Peninsula.- Contrib.Sci.Nat. Hist. Mus. Los Angeles County, **329**: 10 S., 4 Abb.; Los Angeles.

WENZ, S. (1972): Presence du selacien *Ptychodus* (*Pt. chappelli*) dans le Cretace superieur de l Equateur (Amerique du Sud).- Bull. Mus. Nat. Hist., 3. ser., 74, Sciences de la terre 13, 91-94, 1 Fig.; Paris.

WETZEL, W. (1930): Die Qiriquina-Schichten als Sediment und paläontologisches Archiv.- Palaeontographica, **73**: 49-106, 5 Fig.; Stuttgart.

WHITE, E.G. (1937): Interrelationships of the elasmobranchs with a key to the order Galea.- Bull. Am. Mus. nat. Hist., **7482**: 25-138.

WILLISTON, S:W: (1900): Cretaceous fishes. Selachians and Pycnodonts.-Univ. Geol. Surv. Kansas: 237-256, Taf. 24-36.

WINKLER, J.C. (1874): Memoir sur des dents de poissons du Terrain bruxellien.- Arch. Mus. Teyler, **3**: 295-304, Taf. 7; Haarlem.

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.

WOODWARD, A.S. (1888): A synopsis of the Vertebrate fossils in the English chalk.- Proc. Assoc. Geol., *10*: 273-338; London.

WOODWARD, A.S. (1889): Catalogue of the Fossil Fishes in the British Museum (Natural History). Part 1. Elasmobranchii.- I-XLVII, 1-474, 17 Taf.; London.

WOODWARD, A.S. (1889): A comparison of the Cretaceous fish-fauna ofMount Lebanon with that of the English chalk.- Ann. Mag. Nat. Hist., *2* (6): 354-355; London.

WOODWARD, A.S. (1889): Remarks on *Sclerorhynchus atavus*.- Proc. Zool. Soc. London: 449-451.

WOODWARD, A.S. (1894): Notes on the sharks teeth from British Cretaceous formations.- Proc. Geol. Assoc., **13**: 190-200, 2 Fig., Taf. 5-6; London.

WOODWARD, A.S. (1902- 1912): The fossil fishes of the English chalk.- Mem. Paleont. Soc.: 264 S., 54 Taf. London (Selachier in No. 6 u. 7): 6 (1911): 185-224; 7 (1912): 225-264.

WOODWARD, A.S. (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.

WOODWARD, A.S. (1916-1919): Fossil Fishes of the English Wealden and Purbeck Formations.- Paleontogr. Soc., Vol. für **1917**, London 1919: 148 S., 41 textfig., 26 Taf.; London.

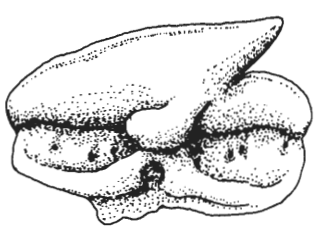
WOODWARD, A.S. (1918): On two new elasmobranch fishes (*Crossorhinus jurassicus* sp. nov. and *Protospinax annectans* gen. et. sp. nov.) from the Upper Jurassic Lithographic Stone of Bavaria.- Proc. Zool. Soc. Lond., **1918**: 231-235, 1 Taf.; London.

WOODWARD, A.S. (1932): A Cretaceous pristiophorid shark.- Ann. Mag. Nat. Hist., **10** (10): 476-478; London.

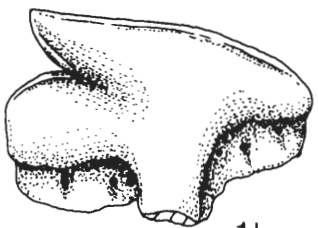
WOODWARD, A.S. (1942): Some new and little-known Upper Cretaceous fishes from Mount Lebanon.- Ann. Mag. Nat. Hist., (11) **91** (56): 537-568.

Tafel 1 Fig. 1 – 4: *Squalus vondermarki* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989
1a-d: anterolateraler Zahn Oberkiefer, Nr. 001/113, Billerbeck 001; a: lingual, b: labial, c: von oben, d: basal;
2a-c: Lateralzahn Unterkiefer, Nr. 001/114, Billerbeck 001, a: lingual, b: labial, c: von oben;
3: Lateralzahn Unterkiefer?, Nr. 001/86, Billerbeck 001, lingual;
4a-c: anterolateraler Zahn Oberkiefer, Nr. 001/88, Billerbeck 001, a: lingual, b: labial, c: basal (Holotypus zu MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989)

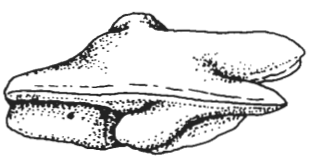
Fig. 5 – 6: *Centrophoroides appendiculatus* (AGASSIZ, 1843)
5a-b: Lateralzahn Oberkiefer?, Nr. 001/90, Billerbeck 001, a: labial, b: lingual;
6a-c: Lateralzahn Unterkiefer?, Nr. 001/115, Billerbeck 001, a: lingual, b: von oben, c: labial.



1a

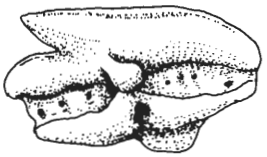


1b

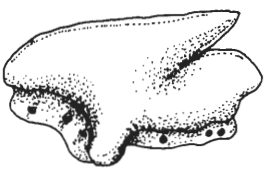


1c

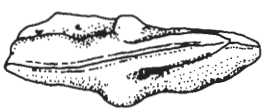
1d



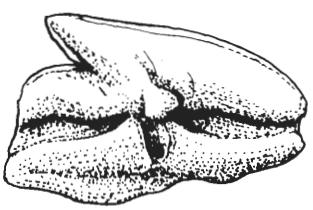
2 a



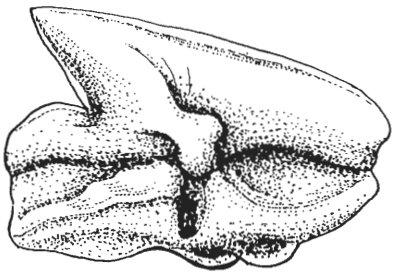
2 b



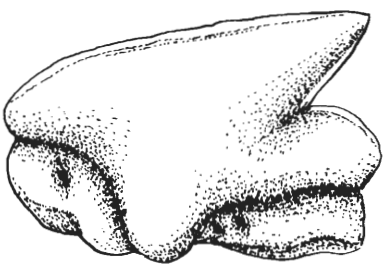
2 c



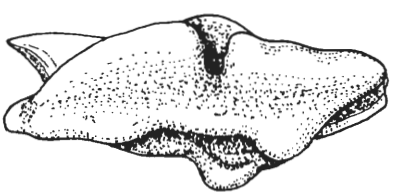
3



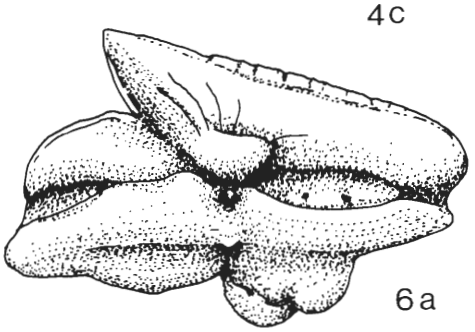
4a



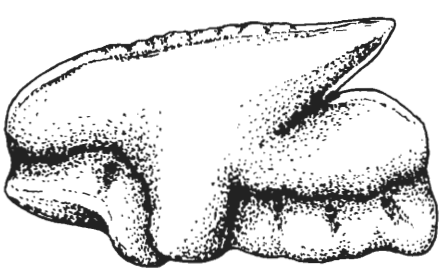
4b



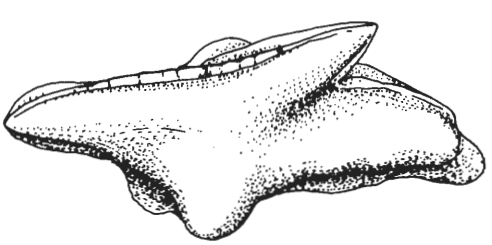
4c



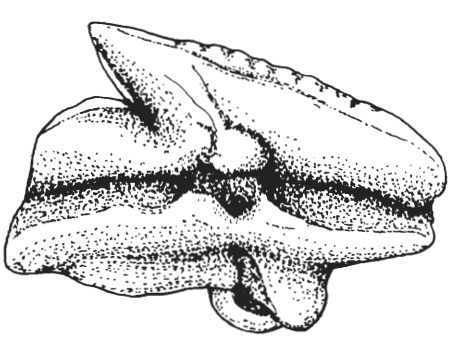
6a



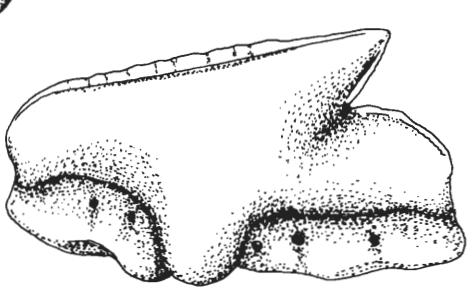
5a



6b



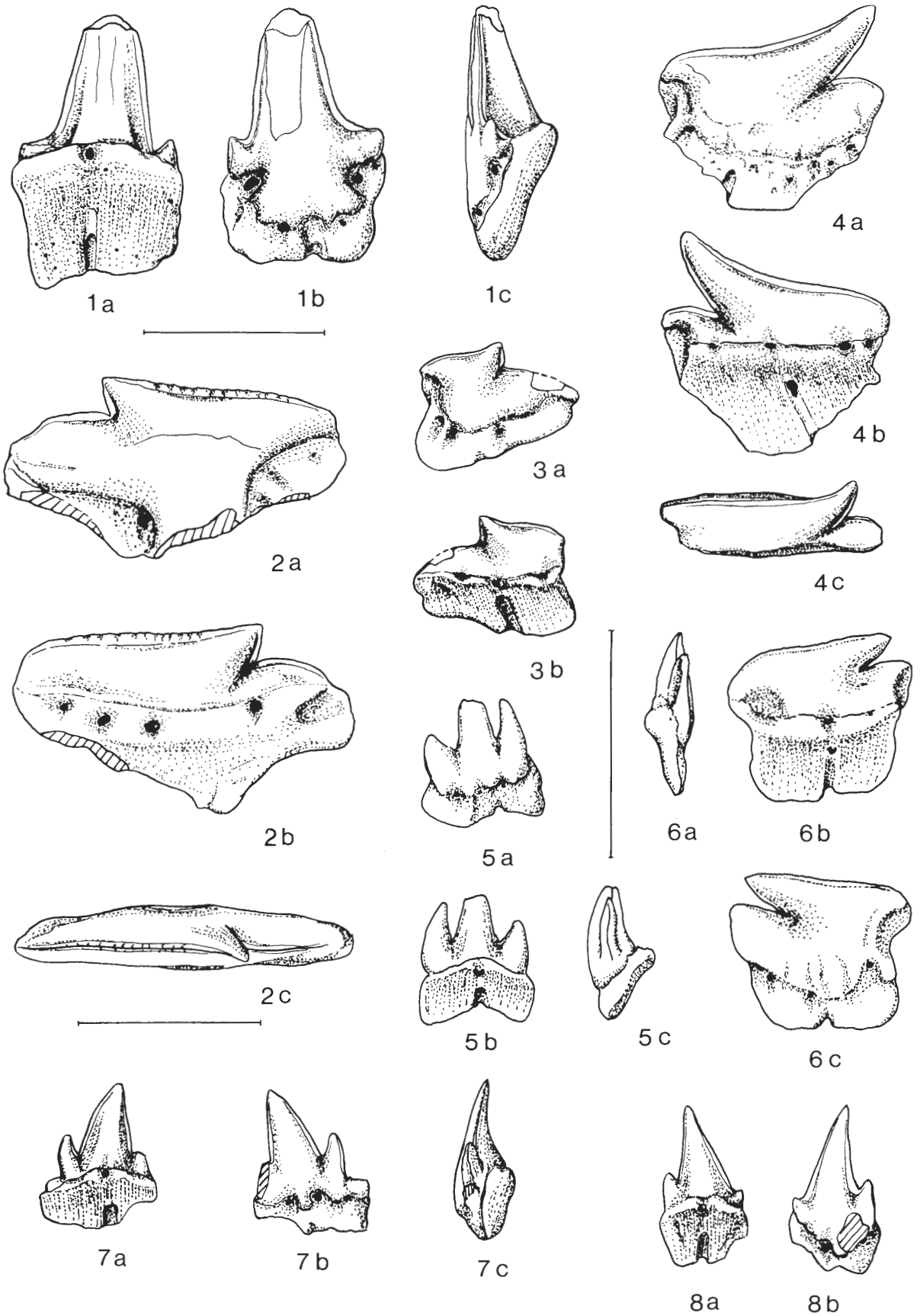
5b



6c

Tafel 2 Fig. 1 – 2: genus aff. *Deania* sp.
1a-c anteriorer oder anterolateraler Zahn Oberkiefer, Nr. 002/93, Ascheberg 002, a: lingual, b:labial, c: mesial;
2a-c: posterolateraler Zahn Unterkiefer, Nr. 002/92, Ascheberg 002; a: labial, b: lingual, c: von oben.

Fig. 3 – 8: *Eoetmopterus supracretaceus* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989
3a-b: letzter Zahn der Unterkiefer-Zahnreihe, Nr. 001/96, Billerbeck 001, a: labial, b: lingual;
4a-c: anterolateraler Zahn Unterkiefer, Nr 002/95, Ascheberg 002, a: labial, b: lingual, c: von oben;
5a-c: anterolateraler Zahn Oberkiefer, Nr. 001/107, Billerbeck 002, a: labial, b: lingual, mesial;
6a-c: lateraler Zahn Unterkiefer, Nr. 016/108, Havixbeck, a: distal, b: lingual, c: labial.
7a-c: lateraler Zahn Oberkiefer, Nr. 001/98, Billerbeck 001, a: lingual, b: labial, c: mesial;
8a-b: anteriorer Zahn Oberkiefer, Nr. 001/97, Billerbeck 001, a: lingual, b: labial.


1a
1b
1c
4a
4b
4c
2a
2b
2c
3a
3b
5a
5b
5c
6a
6b
6c
7a
7b
7c
8a
8b

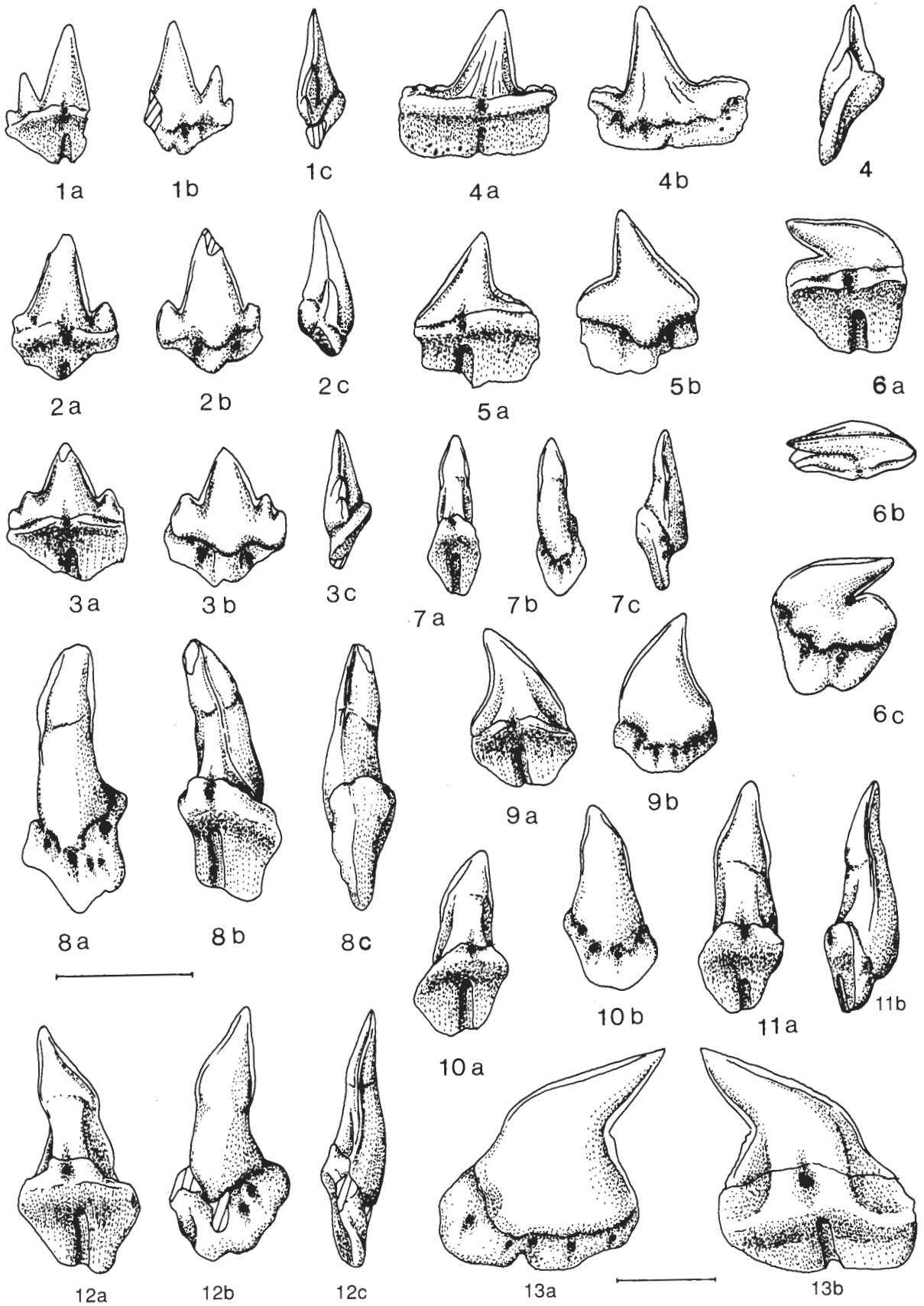
Tafel 3 Fig. 1a-c: *Eoetmopterus supracretaceus* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989 anterolateraler Zahn Oberkiefer, Nr. 001/99, Billerbeck 001, a: lingual, b: labial, c: distal.

Fig. 2 – 3: ?*Eoetmopterus supracretaceus* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989
2a-c: Lateralzahn Oberkiefer, Nr. 001/100, Billerbeck 001, a: lingual, b: labial, c: mesial
3a-c: Lateralzahn Oberkiefer, Nr. 001/101, Billerbeck 001, a: lingual, b: labial, c: mesial.

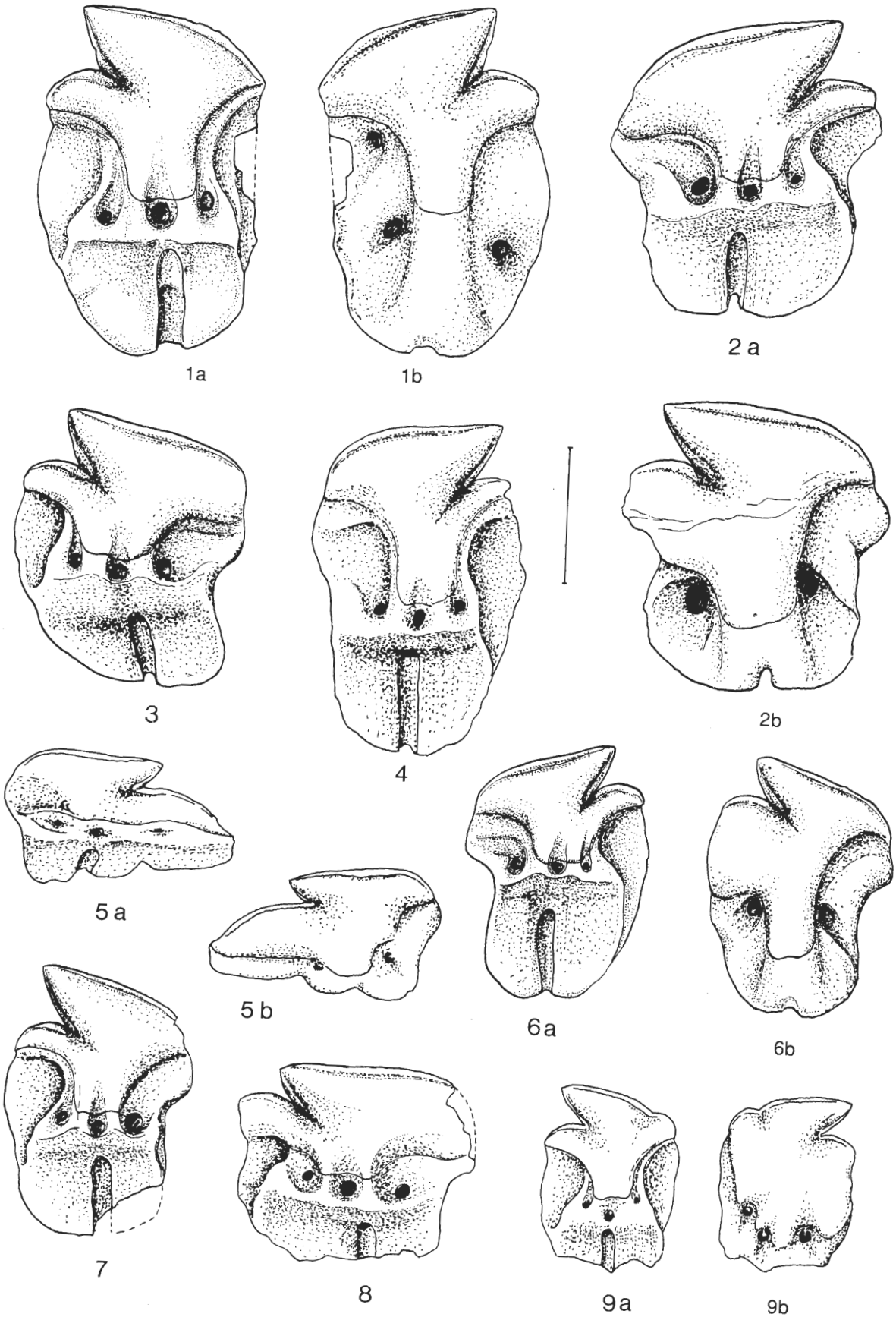
Fig. 4a-b: Dalatiinae, gen. indet., sp. Lateralzahn Oberkiefer, Nr. 001/102, Billerbeck 001, a: lingual, b: labial.

Fig. 5 u. 6: Somniosinae, gen. indet., sp.
5a-b: Lateralzahn Oberkiefer, Nr. 001/107, Billerbeck 001, a: lingual, b: labial;
6a-c: posterolateraler Zahn ?Oberkiefer, Nr. 008/116, Baumberge 008 (Stbr. Hesselmann), a: lingual, b: von oben, c: labial.

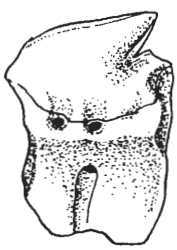
Fig. 7 – 13: *Cretascymnus westfalicus* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989
7a-c: anteriorer Zahn Oberkiefer, Nr. 002/13, Ascheberg 002, a: lingual, b: labial, c: distal;
8a-c: anteriorer Zahn Oberkiefer, Nr. 002/15, Ascheberg 002, a: labial, b: lingual, c: distal;
9a-b: posterolateraler Zahn Oberkiefer, Nr. /108, Bosenberg, a: lingual, b: labial.
10a-b: lateraler Zahn Oberkiefer, Nr. /109, Bosenberg, a: lingual, b: labial;
11a-b: anterolateraler Zahn, Nr. 002/14, Ascheberg 002, a: lingual, b: distal;
12a-c lateraler Zahn Oberkiefer, Nr. 002/16, Ascheberg 002, a: lingual, b: labial, c: mesial;
13a-b: posteriorer Zahn Oberkiefer, Nr. 002/17, Billerbeck 001, a: labial, b: lingual.


1a
1b
1c
4a
4b
4
2a
2b
2c
5a
5b
6a
6b
3a
3b
3c
7a
7b
7c
6c
8a
8b
8c
9a
9b
10a
10b
11a
11b
12a
12b
12c
13a
13b

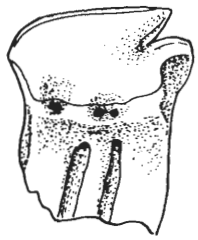
Tafel 4 Fig. 1-9: *Cretascymnus westfalicus* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989
1a-b: anteriorer Zahn Unterkiefer, Nr. 002/2, Ascheberg 002, a: lingual, b: labial;
2a-b: lateraler Zahn Unterkiefer, Nr. 002/2, Ascheberg 002, a: lingual, b: labial;
3: Lateralzahn Unterkiefer, Nr. 002/2, Ascheberg 002, lingual;
4: anteriorer bis anterolateraler Zahn, Nr. 002/10, Ascheberg 002, lingual;
5a-b: Letzter Zahn der Unterkieferzahnreihe rechts, Nr. /110, Münster-Gievenbeck, a: lingual, b: labial;
6a-b: Lateralzahn Unterkiefer, Nr. 002/12, Ascheberg 002, a: lingual, b: labial;
7: Lateralzahn Unterkiefer, Nr. 002/2; Ascheberg 002, lingual;
8: posterolateraler Zahn Unterkiefer, Nr. 001/11, Billerbeck 001, lingual;
9a-b: erster Zahn (Symphysenregion) des linken Unterkiefers, Nr. 001/117, Billerbeck 001, a: lingual, b: labial.

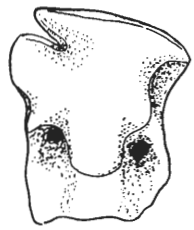

1a
1b
2 a
3
4
2b
5 a
5 b
6 a
6b
7
8
9 a
9b

Tafel 5: Fig. 1 – 14: *Centroscymnus praecursor* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989
sämtliche Zähne (mit Ausnahme Fig. 8) von der Lokalität Billerbeck 001;
1a-b: anterolateraler Zahn Unterkiefer, Nr. 001/18, a: lingual, b: lateral;
2a-b: lateraler Zahn Unterkiefer, pathologisch abnormal (Verdoppelung des axialen Kanals), Nr. 001/19, a: lingual, b: labial;
3a-b: Lateralzahn Unterkiefer, Nr. 001/23, a: labial, b: lingual;
4a-b: anteriorer Zahn Unterkiefer, Nr. 001/20, a: lingual, b: labial;
5a-b: Lateralzahn Unterkiefer, Nr. 001/21, lingual;
6: Lateralzahn Unterkiefer, Nr. 001/25, lingual;
7a-c: anterolateraler Zahn Oberkiefer, Nr. 001/401, Münster-Gievenbeck, a: lingual, b: labial, c: lateral;
8a-b: letzter (posteriorer) Zahn der rechten Unterkieferreihe, Nr. 001/24, a: lingual, b: labial;
9a-b: lateraler Zahn Oberkiefer, Nr. 001/111, a: lingual, b: labaial;
10a-b: posterolateraler Zahn Oberkiefer, Nr. 001/105, a: labial, b: lingual;
11a-b: lateraler Zahn Oberkiefer, Nr. 001/104, a: labial, b: lingual;
12a-b: anteriorer Zahn Oberkiefer, Nr. 001/106, a: labial, b: lingual.
13a-b: anterolateraler Zahn Oberkiefer, Nr. 001/103, a: labial, b: lingual;
14a-b: lateraler Zahn Oberkiefer, Nr. 001/112, a: lingual, b: labial.

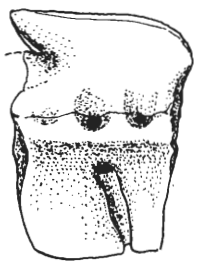

1a

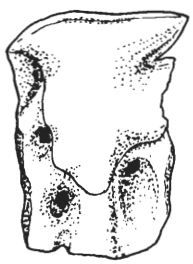
1b

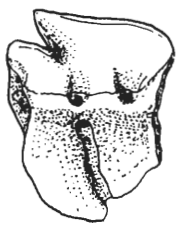

2a

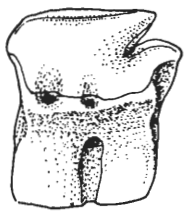

2b

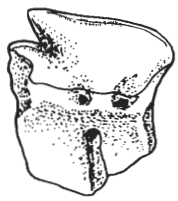
3a

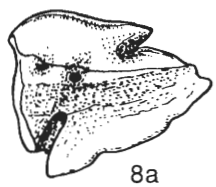

4a

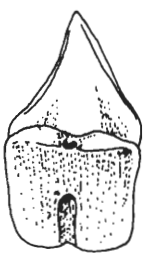

4b

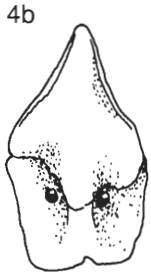

5


6


3b

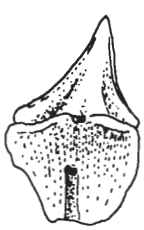

8a


7a

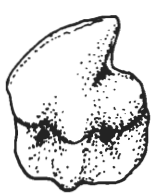

7b

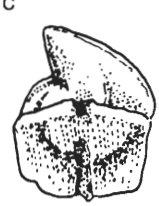
7c

8b


9a

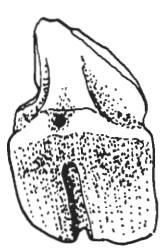
9b

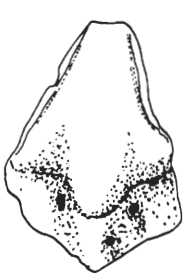

10a

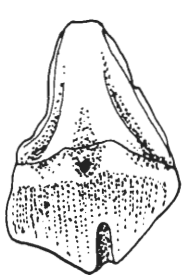

10b

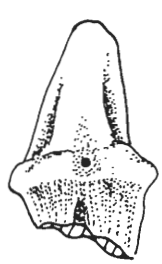
12a

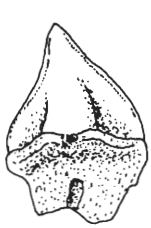
11a

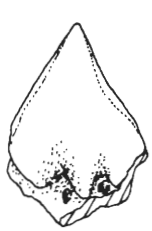

11b


13a


13b


12b


14a

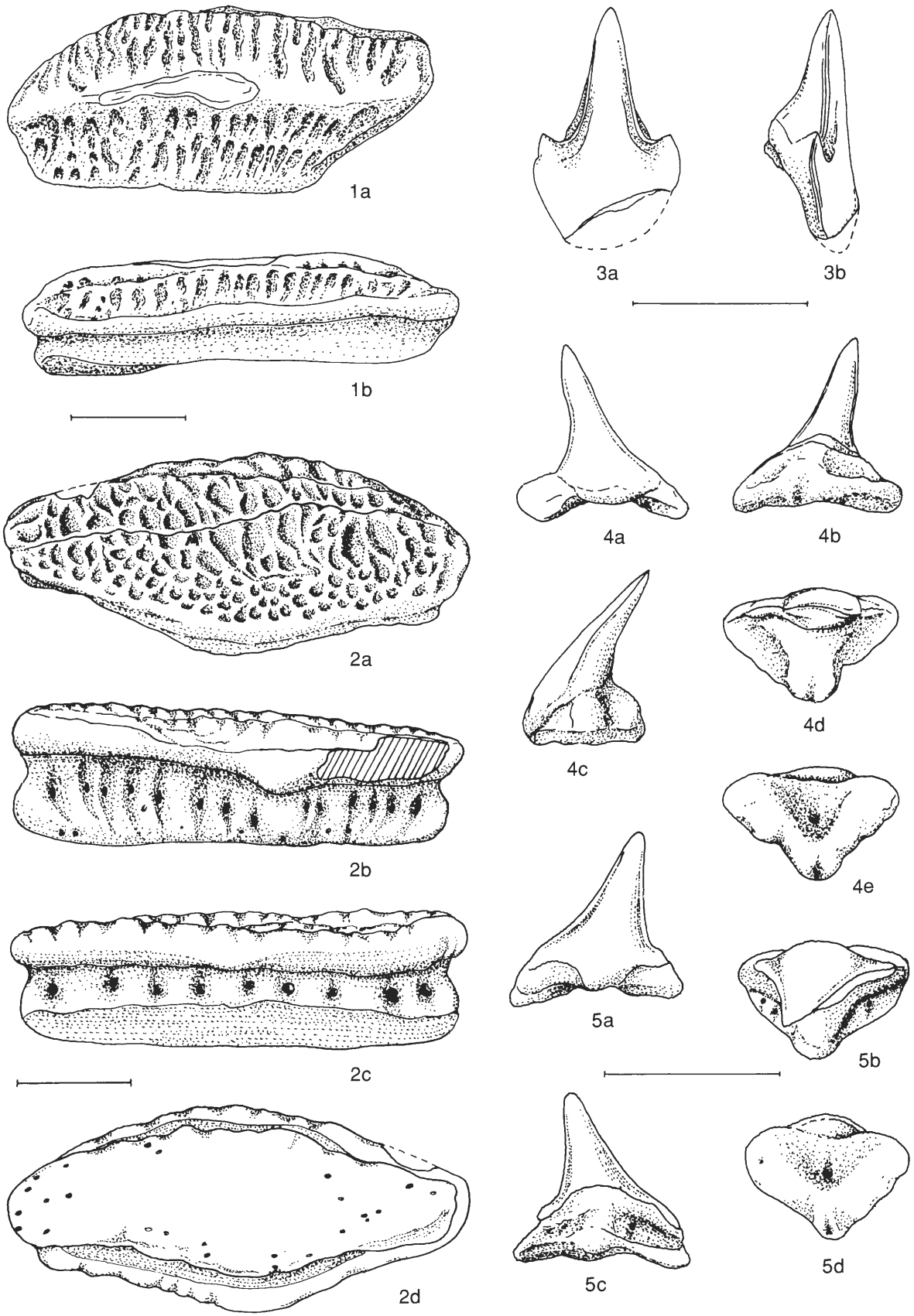

14b

Tafel 6 Fig. 1a-b: *Heterodontus lonzeensis* HERMAN, 1977
Buldern, Nr. 003/3, Lateralzahn,
a: von oben, b: labial.
Fig. 2a-d: *Heterodontus* aff. *havreensis* HERMAN, 1977 Billerbeck 001, Nr. 001/1, Lateralzahn, a: von oben, b: lingual, c: labial, d: basal.

Fig. 3a-b: *Heterodontus* ? sp. (aff. *havreensis* HERMAN, 1977?), Billerbeck 001, Nr. 001/1, vermutlich anteriorer Zahn eines frühjuvenilen Individuums, a: labial, b: lateral (mesial).

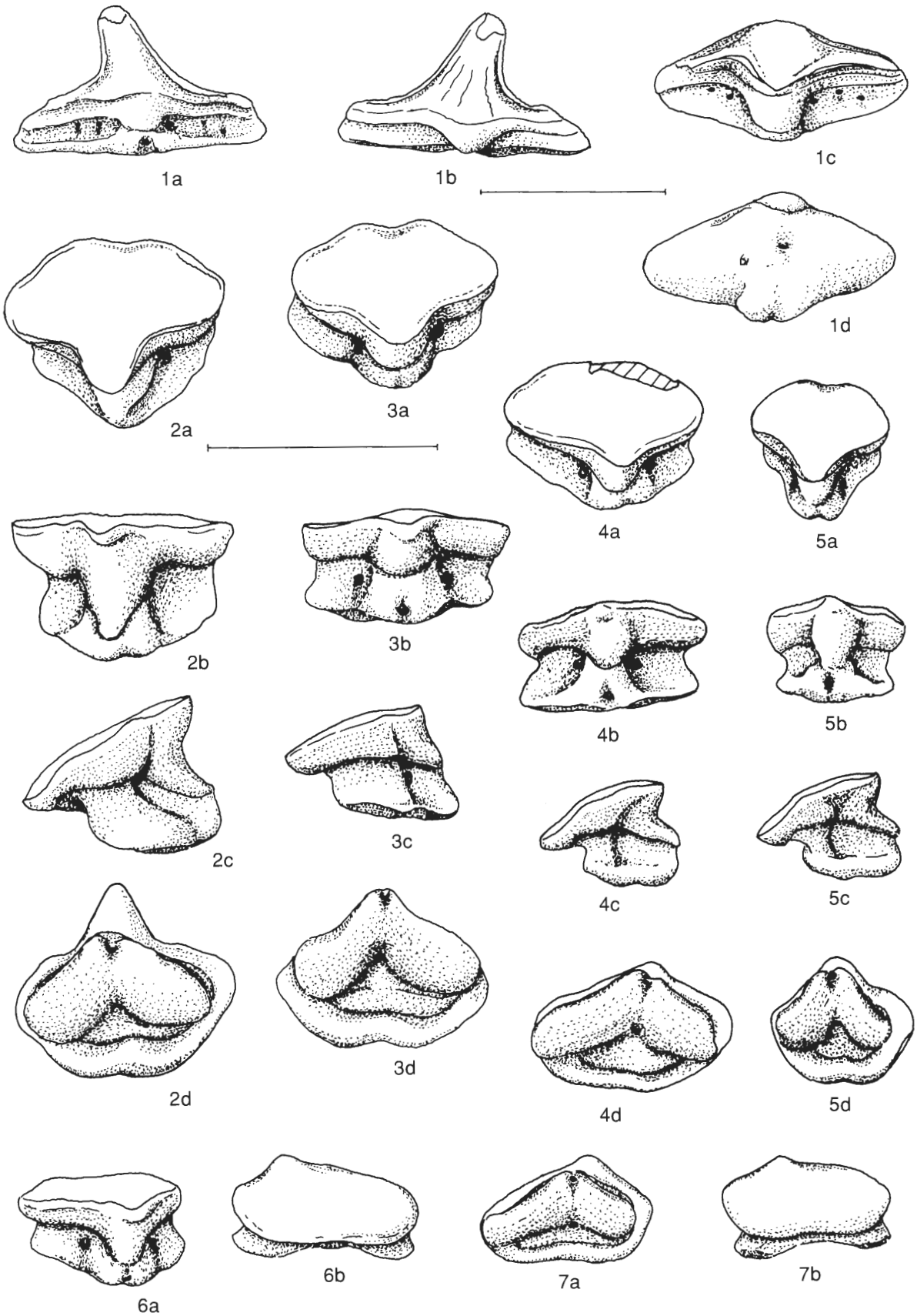
Fig. 4a-e: *Squatina* sp., Bosenberg, Nr.021/1, Lateralzahn, a: labial, b: lingual, c: mesial, d: von oben, e: basal;

Fig. 5a-d: *Squatina baumbergensis* (VON DER MARCK, 1885), Buldern, Nr. 001/1, Lateralzahn, a: labial, b: von oben, c: lingual, d: basal.


1a
1b
2a
2b
2c
2d
3a
3b
4a
4b
4c
4d
4e
5a
5b
5c
5d

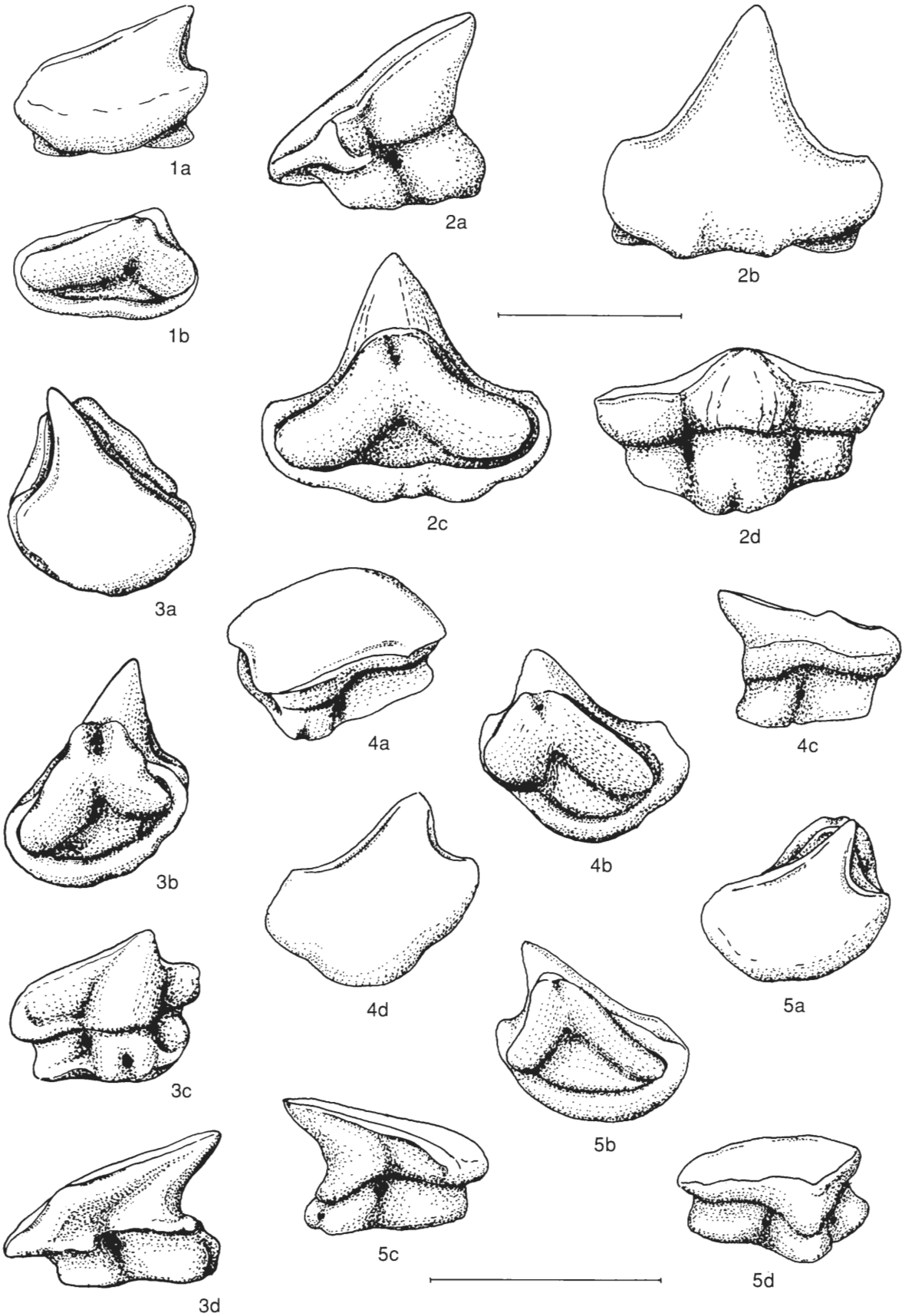
Tafel 7 Fig. 1a-d: *Squatina baumbergensis* (VON DER MARCK, 1885)
Buldern, Nr. 003/13, Lateralzahn, a: lingual, b: labial, c: von oben, d: basal.

Fig. 2-7: *Hemiscyllium hermani* nov. sp. alle Zähne Billerbeck 001;
2a-d: anteriorer Zahn, Holotypus, Nr. 001/14, a: von oben, b: lingual, d: lateral (distal), d: basal;
Fig. 3a-d: lateraler Zahn, Paratypus, Nr. 001/15, a: von oben, b: lingual, c: lateral (mesial) d: basal;
4a-d: lateraler Zahn, Paratypus, Nr. 001/16, a: von oben, b: lingual, c: lateral (mesial), d: basal;
5a-d: anteriorer Zahn (Symphysenregion), Paratypus, Nr. 001/17, a: von oben, b: lingual, c: lateral (distal), d: basal;
6a-b: posterolateraler Zahn, Paratypus, Nr. 001/27, a: labial, b: basal;
7a-b: posterolateraler Zahn, Paratypus, Nr. 001/28, a: lingual, b: labial.


1a
1b
1c
1d
2a
3a
4a
5a
2b
3b
4b
5b
2c
3c
4c
5c
2d
3d
4d
5d
6a
6b
7a
7b

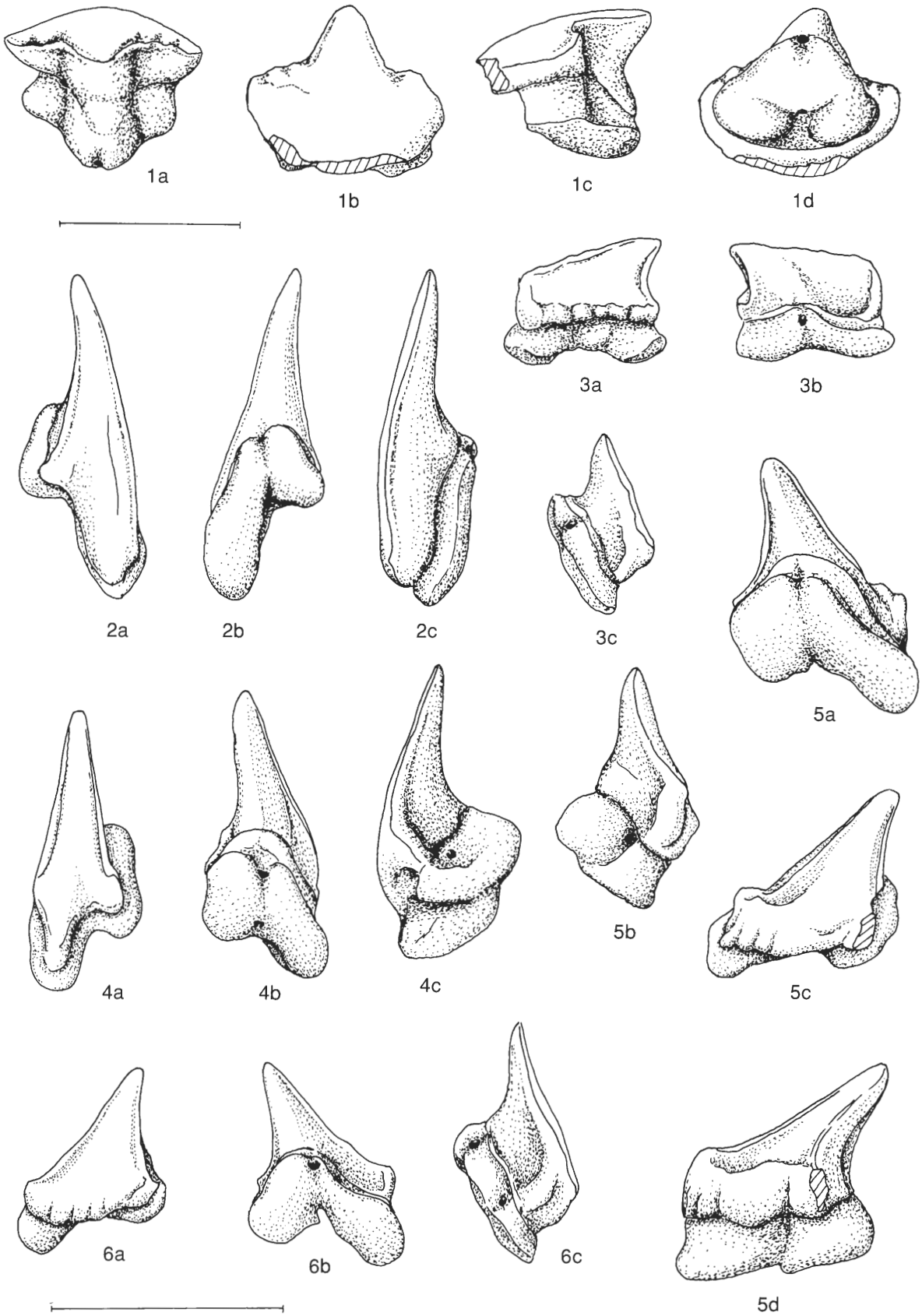
Tafel 8: Fig. 1 u. 3-5: *Chiloscyllium gaemersi* nov. sp
alle Zähne Billerbeck 001;
1a-b: anterolateraler Zahn, Paratypus, Nr. 001/24, a: labial, b: basal;
3a-d: anteriorer Zahn, Holotypus, Nr. 001/30, a: von oben, b: basal, c: lingual, d: lateral (mesial);
4a-d: posterolateraler Zahn, Paratypus, Nr. 001/31, a: lingual, b: basal, c: lateral (Mesial), d: labial;
5a-d: anterolateraler Zahn, Paratypus, Nr. 001/32, a: labial, b: basal, c: lateral (mesial), d lingual.

Fig. 2a-d: *Chiloscyllium greenei* (CAPPETTA, 1973)
Billerbeck 001, Nr. 001/33, anterolateraler bis lateraler Zahn, a: lateral (distal), b: labial, c: basal, d: lingual.

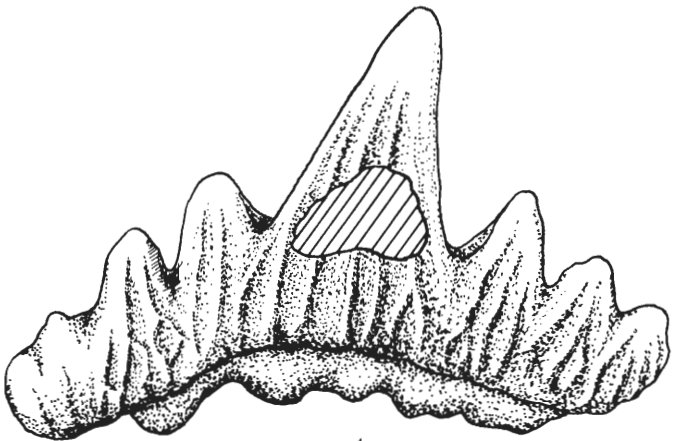

1a
2a
2b
1b
2c
2d
3a
4a
4c
3b
4b
4d
5a
3c
5b
5c
5d
3d

Tafel 9 Fig. 1a-d: *Hemiscyllium?* sp.
Billerbeck 001, Nr. 001/34, Lateralzahn, a: lingual, b: labial, c: lateral (mesial), d: basal.

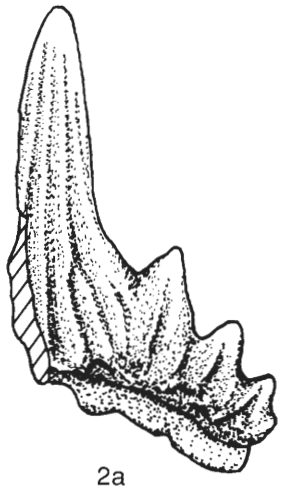
Fig. 2-6: *Pararhincodon groessensi* HERMAN, 19772: Buldern 003, 3-6: Billerbeck 001;
Fig. 2a-c: Nr. 003/35, anteriorer Zahn, a: labial, b: lingual, c: lateral (mesial);
3a-c: posterolateraler Zahn, Nr. 001/36, a: labial, b: lingual, c: lateral (mesial);
4a-c: anterolateraler Zahn, Nr. 001/37, a: labial, b: lingual, c lateral (distal);
5a-d: lateraler Zahn, Nr. 001/38, a: lingual, b: lateral (mesial), c: von oben, d: labio-distal;
6a-c: Lateralzahn, Nr. 001/39, a: labial, b: lingual, c: lateral (mesial).


1a
1b
1c
1d
2a
2b
2c
3a
3b
3c
4a
4b
4c
5a
5b
5c
5d
6a
6b
6c

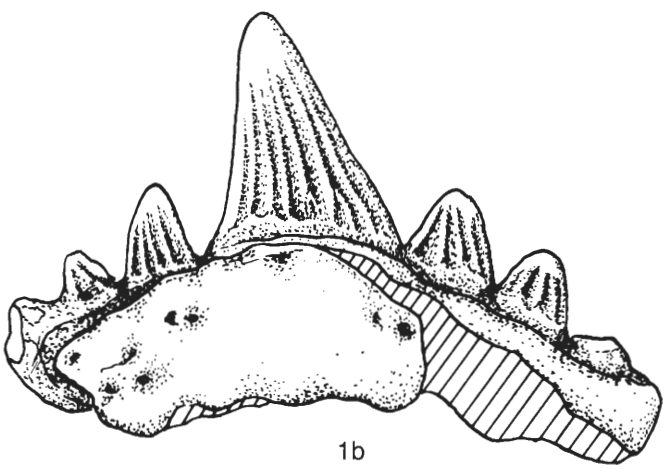
Tafel 10 Fig. 1-3: *Synechodus lerichei* HERMAN, 1977
Billerbeck 001, Nr. 001/40, 001/41 u. 001/42;
1a-b: lateraler Zahn, a: labial, b: lingual;
2a-b: anteriorer Zahn, a: labial, b: lingual;
3a-b: posterolateraler zahn, a: labial, b: lingual.



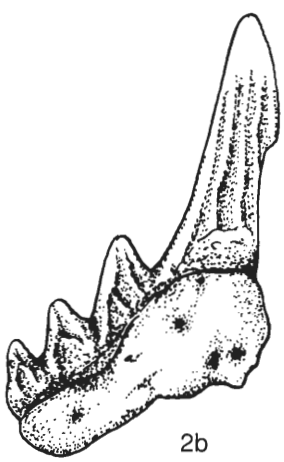
1a



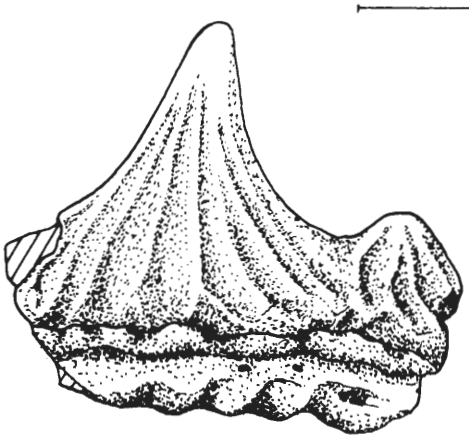
2a



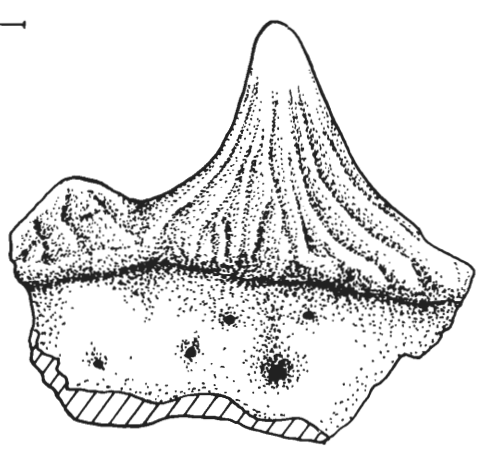
1b



2b



3a



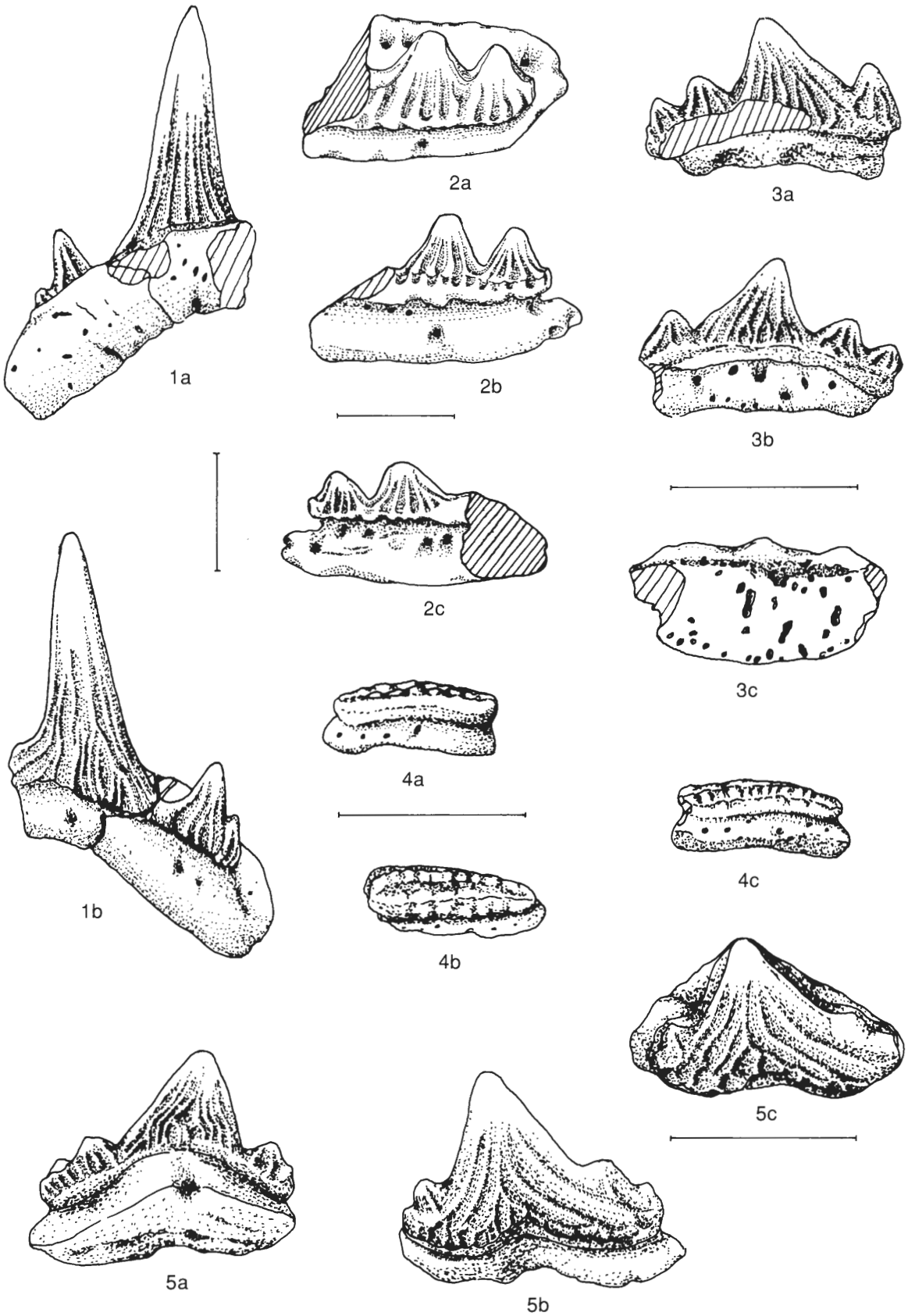
3b

Tafel 11 Fig. 1-2: *Paraorthacodus* sp. (nov. sp.?)
Billerbeck 001, Nr. 001/43 u. 001/44;
1a-b: anteriorer Zahn, a: lingual, b: labial;
2-c: Fragment eines anterioren oder anterolateralen Zahnes, a: von oben, b: labial, c: lingual.

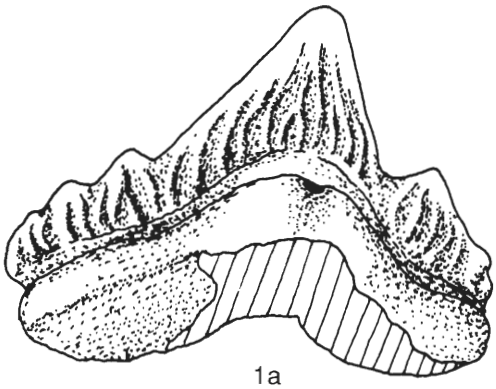
Fig. 3-4: *Synechodus lerichei* HERMAN, 1977
3a-c: Billerbeck 001, Nr. 001/45, posterolateraler Zahn, a: labial, b: lingual, c: basal;

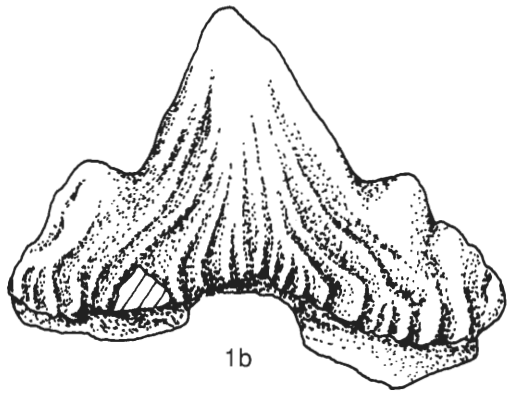
4a-c: posteriorer Zahn, Baumberge 010 (Stbr. Meyer), Nr. 010/46, a: lingual, b: von oben, c: labial.

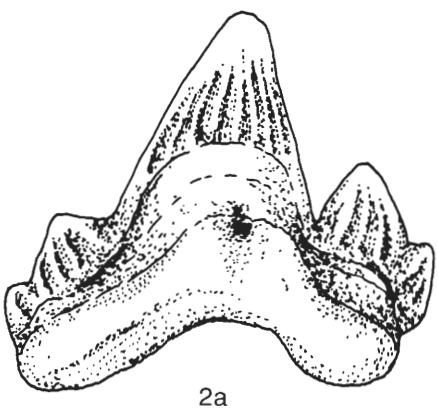
Fig. 5a-c: *Scyliorhinus germanicus* HERMAN, 1982
Billerbeck 001, Nr. 400;
Lateralzahn, a: lingual, b: labial, c: von oben.

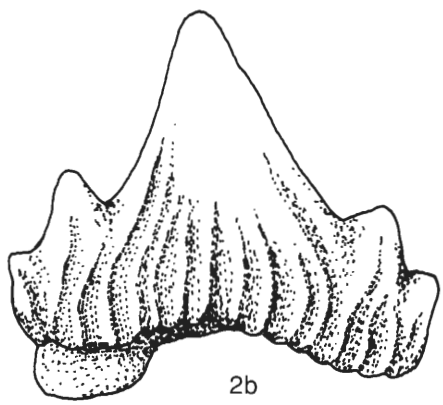

1a
2a
3a
2b
3b
2c
3c
4a
4c
1b
4b
5c
5a
5b

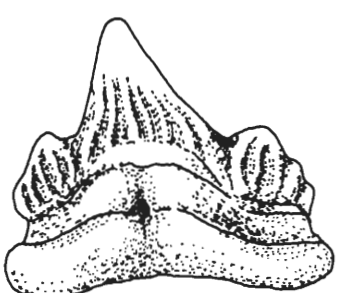
Tafel 12 Fig. 1-4: *Scyliorhinus germanicus* HERMAN, 1982
Billerbeck 001;
1a-b: Lateralzahn, Nr. 001/47, a: lingual, b: labial;
2a-b: Lateralzahn, Nr. 001/48, a: lingual, b: labial;
3a-d: posterolateraler Zahn, Nr. 001/49, a: lingual, b: lateral (distal), c: von oben, d: labial;
4a-b: Lateralzahn, Nr. 001/50, a: labial, b: lingual.

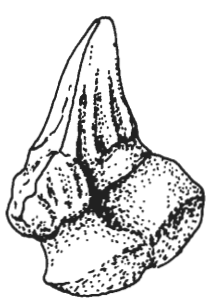

1a

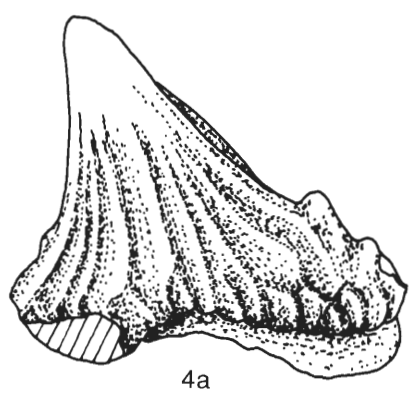

1b

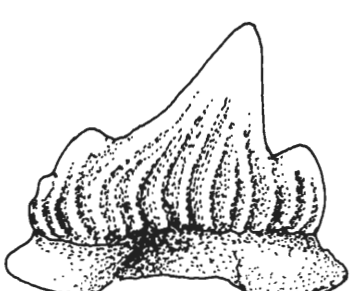

2a


2b

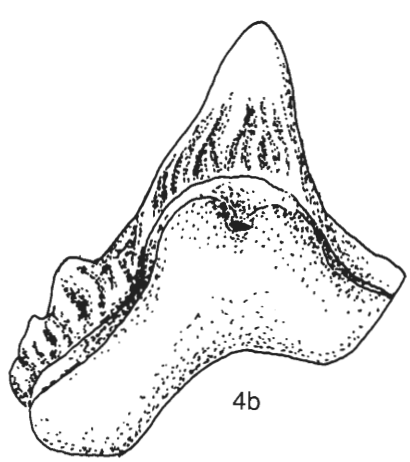

3a


3b

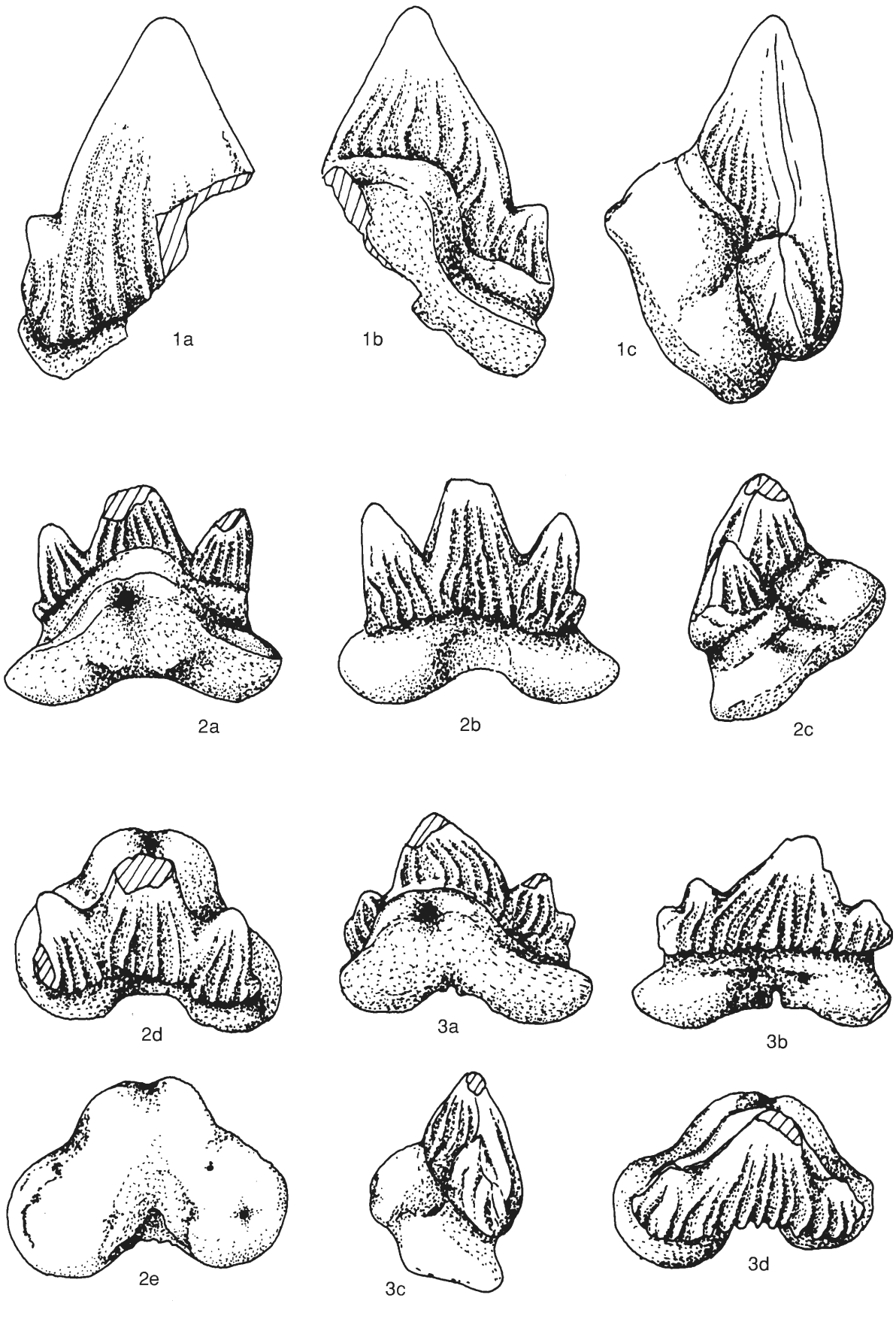

4a


3d

3c

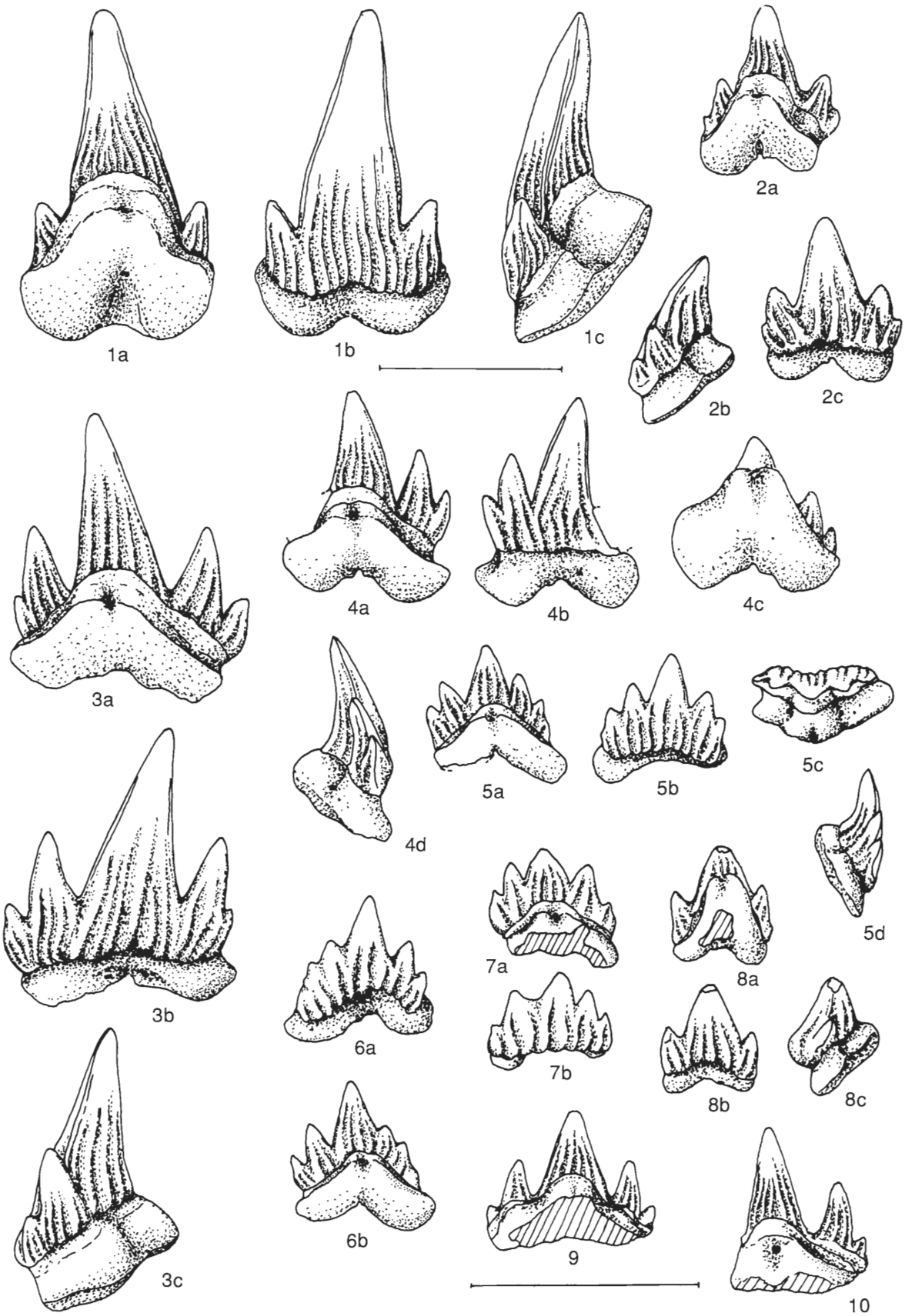

4b

Tafel 13 Fig. 1-3: *Scyliorhinus* sp. aff. *Scyliorhinus destombesi* CAPPETTA, 1973
Billerbeck 001, Nr. 001/51, 001/52 und 001/53;
1a-c: anteriorer Zahn (Symphysenregion?), a: labial, b: lingual, c: lateral (mesial);
2a-e: Lateralzahn, a: lingual, b: labial, d: lateral (mesial), d: von oben, e: basal;
3a-d: Lateralzahn, a: lingual, b: labial, c: lateral (mesial), d: von oben.


1a
1b
1c
2a
2b
2c
2d
3a
3b
2e
3c
3d

Tafel 14 Fig. 1a-c: *Scyliorhinus elongatus* (DAVIS, 1887)
Buldern 003, Nr. 003/54, anteriorer Zahn, a: lingual, b: labial, c: lateral (distal).

Fig. 2-10: *Scyliorhinus riegrafi* nov. sp. Billerbeck 001;
2a-c: posterolateraler Zahn, Paratypus, Nr. 001/55, a: lingual, b: lateral (mesial), d: labial;
3a-c: anterolateraler Zahn, Holotypus, Nr. 001/56, a: lingual, b: labial, c: lateral (distal);
4a-d: lateraler Zahn, Paratypus, Nr. 001/57, a: lingual, b: labial, c: basal, d: lateral (mesial);
5a-d: posterolateraler Zahn, Paratypus, Nr. 001/58, a: lingual, b: labial, c: von oben, d: lateral (mesial);
6a-b: posterolateraler Zahn, Paratypus, Nr. 001/59, a: labial, b: lingual;
7a-b: posteriorer Zahn, Paratypus, Nr. 001/60, a: lingual, b: labial;
8a-c: anteriorer Zahn, Symphysenregion, Paratypus, Nr. 001/61, a: lingual, b: labial, c: lateral (distal).
9: Lateralzahn, Paratypus, Nr. 001/62, lingual;
10: Lateralzahn, Paratypus, Nr. 001/63, lingual.


1a
1b
1c
2a
2b
2c
3a
3b
3c
4a
4b
4c
4d
5a
5b
5c
5d
6a
6b
7a
7b
8a
8b
8c
9
10

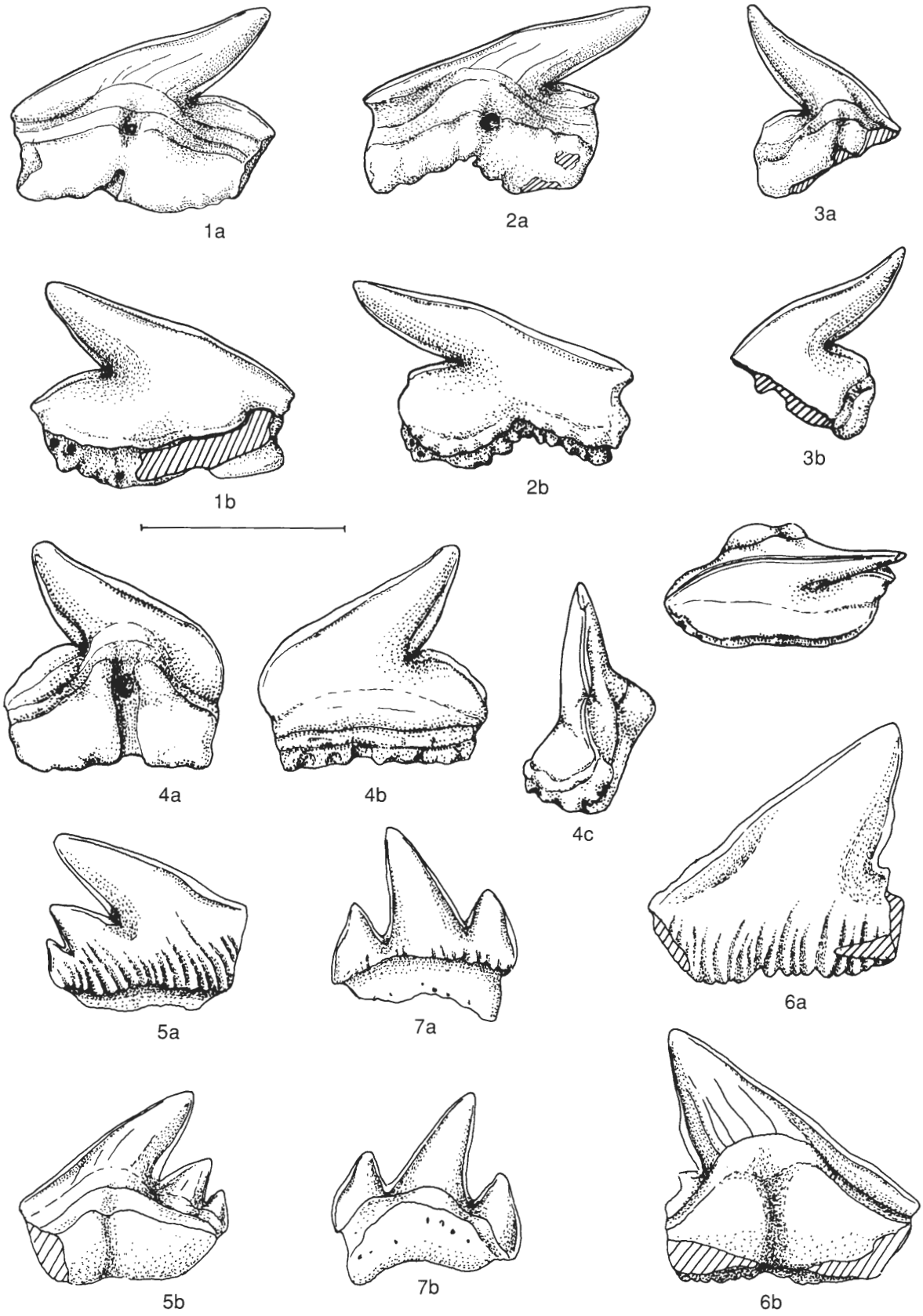
Tafel 15 Fig. 1a-b: *Paratriakis decheni* (VON DER MARCK, 1863)
1a-b: Lateralzahn, Billerbeck 001, Nr. 001/64, a: lingual, b: labial;

Fig. 2-3: *Paratriakis* sp.
2a-b: Lateralzahn, Ascheberg 002, Nr. 002/65, a: lingual, b: labial;
3a-b: anteriorer Zahn, Billerbeck 001, Nr. 001/66, a: lingual, b: labial.

Fig. 4a-d: *Paratriakis*? sp.Lateralzahn, Billerbeck 001, Nr. 001/67, a: lingual, b: labial, c: lateral (distal), d: von oben.

Fig. 5 u. 6: *Palaeogaleus havreensis* HERMAN, 1977
Buldern 003, Nr. 003/68 und 003/69;
5a-b: Lateralzahn, a: labial, b: lingual;
6a-b: Lateralzahn, a: labial, b: lingual.

Fig. 7a-b: *Cretodus*? sp.
Buldern 003, Nr. 003/70, a: labial, b: lingual.

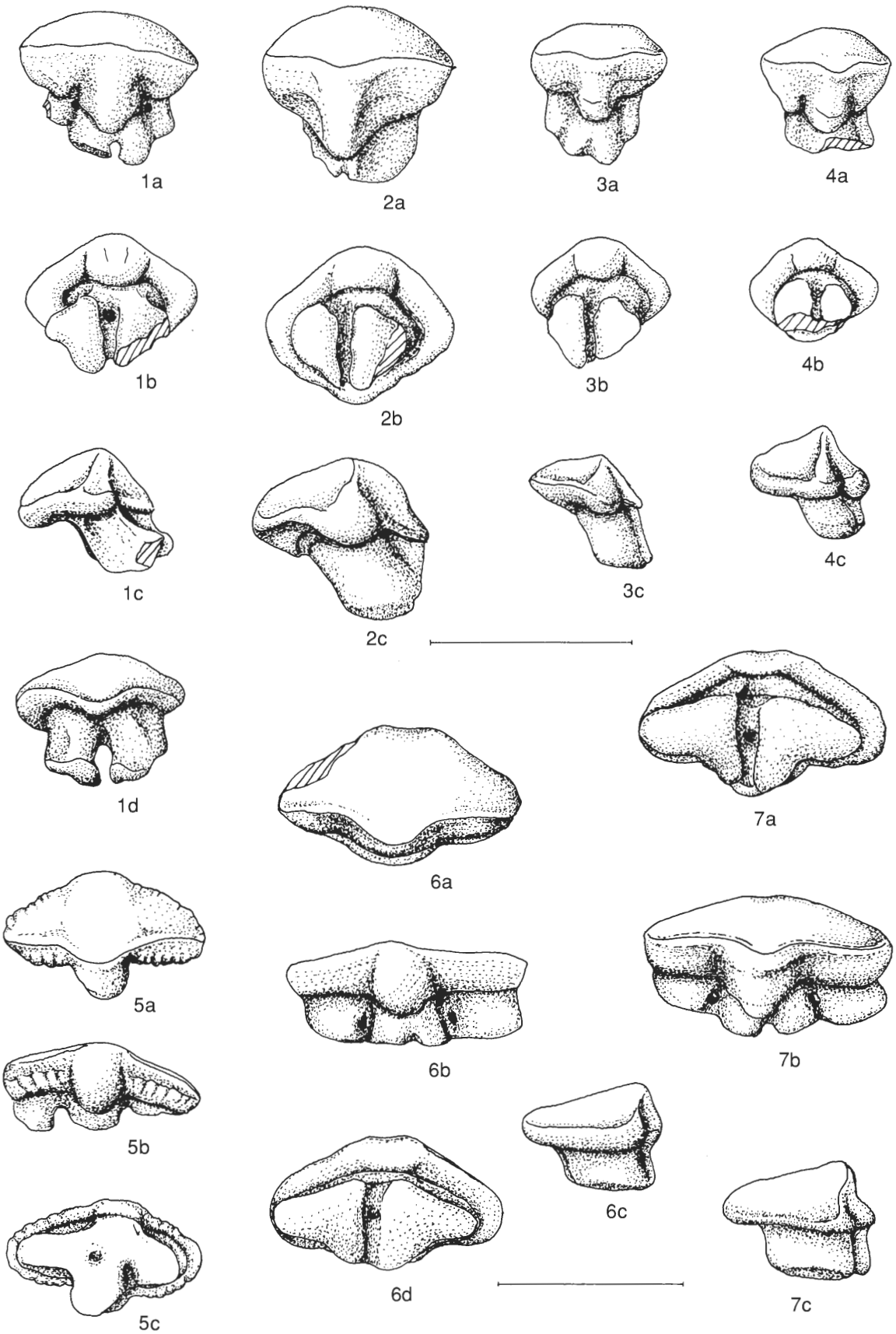

1a
2a
3a
1b
2b
3b
4a
4b
4c
5a
7a
6a
5b
7b
6b

Tafel 16 Fig. 1 u. 4: *Rhinobatos* sp.
1a-d: Billerbeck 001, Nr. 001/71, Zahn a: lingual, b: basal, c: lateral, d: labial;
4a-c: Billerbeck 001, Nr. 001/74, Zahn a: lingual, b: basal, c: lateral.

Fig. 2 u. 3: *Rhinobatos* tesselatus VON DER MARCK, 1894
2a-c: Ascheberg 002, Nr. 002/72; Zahn a: lingual, b: basal, d: lateral;
3a-c: Ascheberg 002, Nr. 002/73, Zahn a: lingual, b: basal, c: lateral;

Fig. 5a-c: Rhinobatidae?, gen. et sp. indet.
Billerbeck 001, Nr. 001/75, Zahn a: von oben, b: lingual, c: basal.

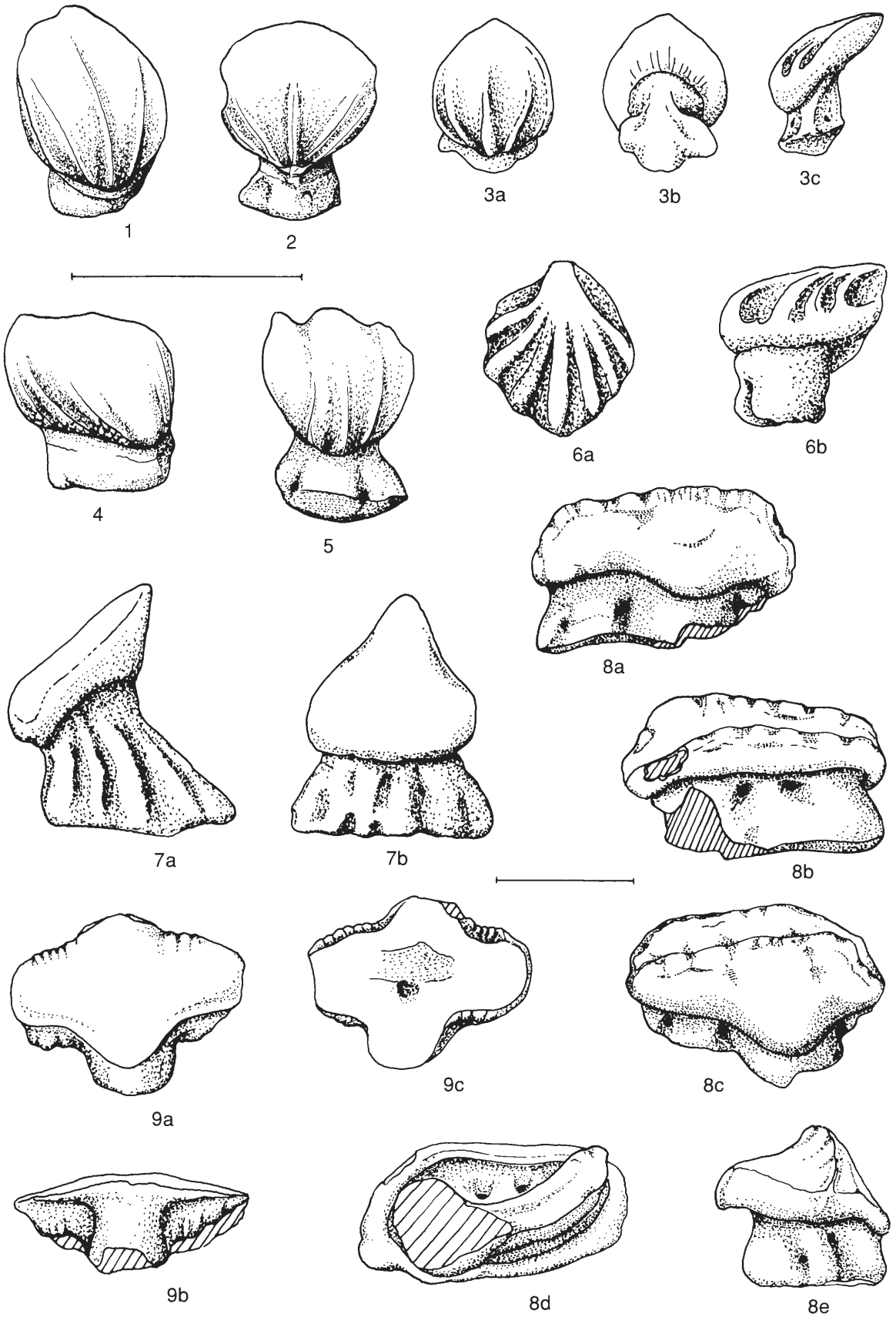
Fig. 6 u. 7: *Rhombopterygia* sp.
Billerbeck 001, Nr. 001/76 und 001/77;
6a-d: Zahn a: von oben, b: lingual, c: lateral, d: basal;
7a-c: Zahn a: basal, b: lingual, c: lateral.


1a
2a
3a
4a
1b
2b
3b
4b
1c
2c
3c
4c
1d
6a
7a
5a
6b
7b
5b
6c
5c
6d
7c

Tafel 17 Fig. 1-6: Placoidschuppen,
Billerbeck 001;
1: Typ 1, Nr. 001/201, anterior
2: Typ 1, Nr. 001/202, anterior;
3a-c: Typ 2, Nr. 001/203, a: Oberseite, b: basal, c lateral;
4: Typ 3, Nr. 001/204, schräg von vorn;
5: Typ 4, Nr. 001/205, anterior;
6a-b: Typ 5, Nr. 001/206, a: Oberseite, b: lateral.

Fig. 7-8: *Micropristis*? sp.
Billerbeck 001, Nr. 001/78 und 001/79;
7a-b: Rostral-Zahn, a: lateral, b: anterior
8a-e: Oral-Zahn, a: lingual, b: labial, c: von oben, d: basal, e: lateral (mesial).

Fig. 9a-b: Rhinobatidae?, gen. et sp. indet. sp.
Billerbeck 001, Nr. 001/80;
Zahn a: von oben, b: lingual., c: basal


1
2
3a
3b
3c
4
5
6a
6b
7a
7b
8a
8b
9a
9c
8c
9b
8d
8e

Tafel 18 Fig. 1-13: Diverse Placoidschuppen
Billerbeck 001;

Fig. 1-2: Typ 6;

1a-c: Nr. 001/207, Schuppe a: von oben, b: lateral, c: basal;

2a.c: Nr. 001/208, Schuppe a: von oben, b: lateral, c: basal.

Fig. 3a-c: Typ 7: Nr. 001/209, Schuppe a: von oben, b: lateral, c: basal.

Fig. 4: Typ 8, Nr. 001/210, Schuppe von oben.

Fig. 5: ; Typ 9, Nr. 001/211, Schuppe schräg von anterior-oben;

Fig. 6 u. 7: Typ 9, Nr. 001/212 u. 001/213, Schuppe schräg von anterior-oben;

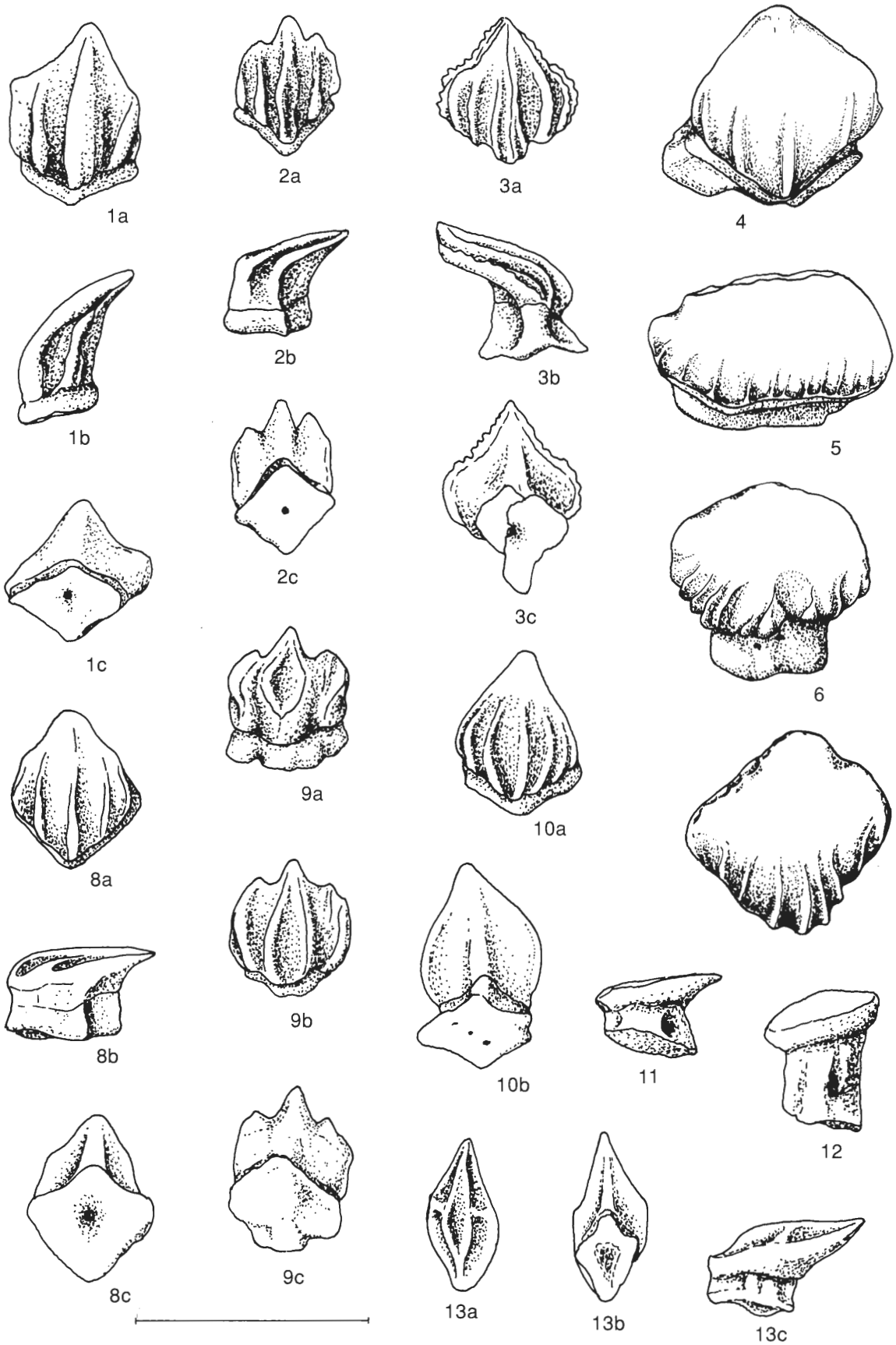
Fig. 8a-c: Typ 11, Nr. 001/214, a: Schuppe von oben, b: lateral, c: basal.

Fig. 9a-c: Typ 12, Nr. 001/215, a: Schuppe von anterior, b: Oberseite, c: basal.

Fig. 10a-b: Typ 13, Nr. 001/216, a: Schuppe von oben, b: basal.

Fig. 11 u. 12: Typ 14, Nr. 001/217 u. 001/218, Lateralansichten.

Fig. 13a-c: Typ 15: Nr. 001/219, Schuppe a: Oberseite, b: basal und c: lateral.


1a
2a
3a
4
1b
2b
3b
5
2c
3c
1c
6
9a
10a
8a
9b
10b
11
12
8b
8c
9c
13a
13b
13c

Tafel 19 Fig. 1-11: Diverse Placoidschuppen
Billerbeck 001

Fig. 1 u. 2: Typ 16, Nr. 001/220 u. 001/221, Schuppen von oben.

Fig. 3 u. 4: Typ 17, Nr. 001/222 u. 001/223, Schuppen von oben.

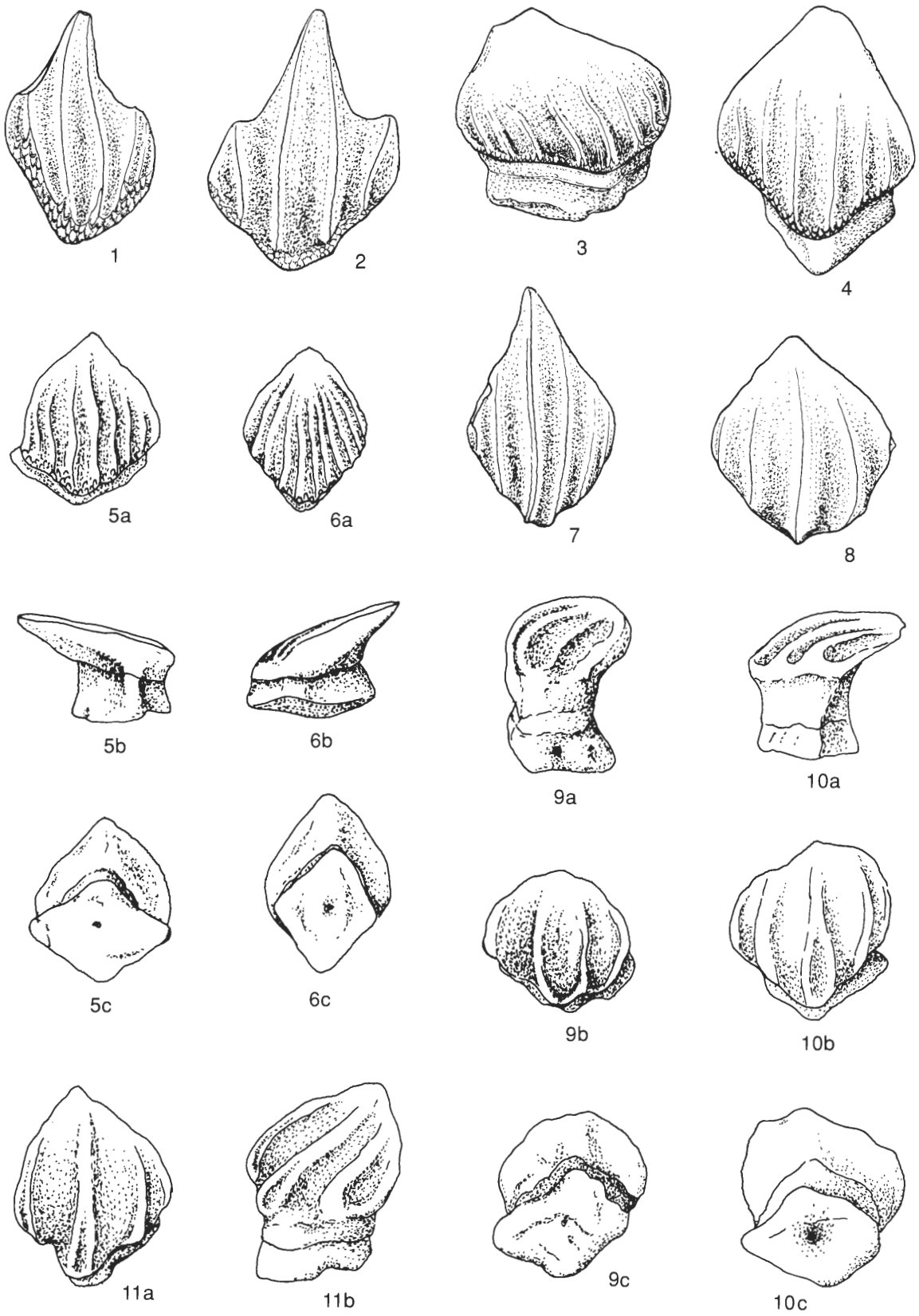
Fig. 5a-c u. 6a-c: Typ 18, Nr. 001/224 u. 001/225, Schuppen a: von oben, b: lateral und c: basal.

Fig. 7 u. 8: Typ 19, Nr. 001/226 u. 001/227, Schuppen von oben.

Fig. 9a-c: Typ 20, Nr. 001/228, Schuppe a: schräg von anterior, b: von oben, c: basal.

Fig. 10a-c: Typ 21, Nr. 001/229, Schuppe a: lateral, b: von oben, c: basal.

Fig. 11a-b: Typ 21, Nr. 001/230, Schuppe a: von oben, b: schräg von anterior.


1
2
3
4
5a
6a
7
8
5b
6b
9a
10a
5c
6c
9b
10b
11a
11b
9c
10c

Tafel 20 Fig. 1-16: Diverse Placoidschuppen von Billerbeck 001

Fig. 1a-b u. 2a-b: Typ 22, Nr. 001/231 u. 001/232, Schuppen a: von oben und b: lateral.

Fig. 3-10: Typ 23;
3: Schuppe schräg von anterior, Nr. 001/233;
4: Schuppe schräg von anterior, Nr. 001/234;
5: Schuppe von oben, Nr. 001/235;
6: Schuppe von oben, Nr. 001/236;
7: Schuppe von oben, Nr. 001/237;
8: Schuppe von oben, Nr. 001/238;
9: Schuppe schräg von lateral-oben, Nr. 001/239;
10: Schuppe schräg von lateral-oben, Nr. 001/240.

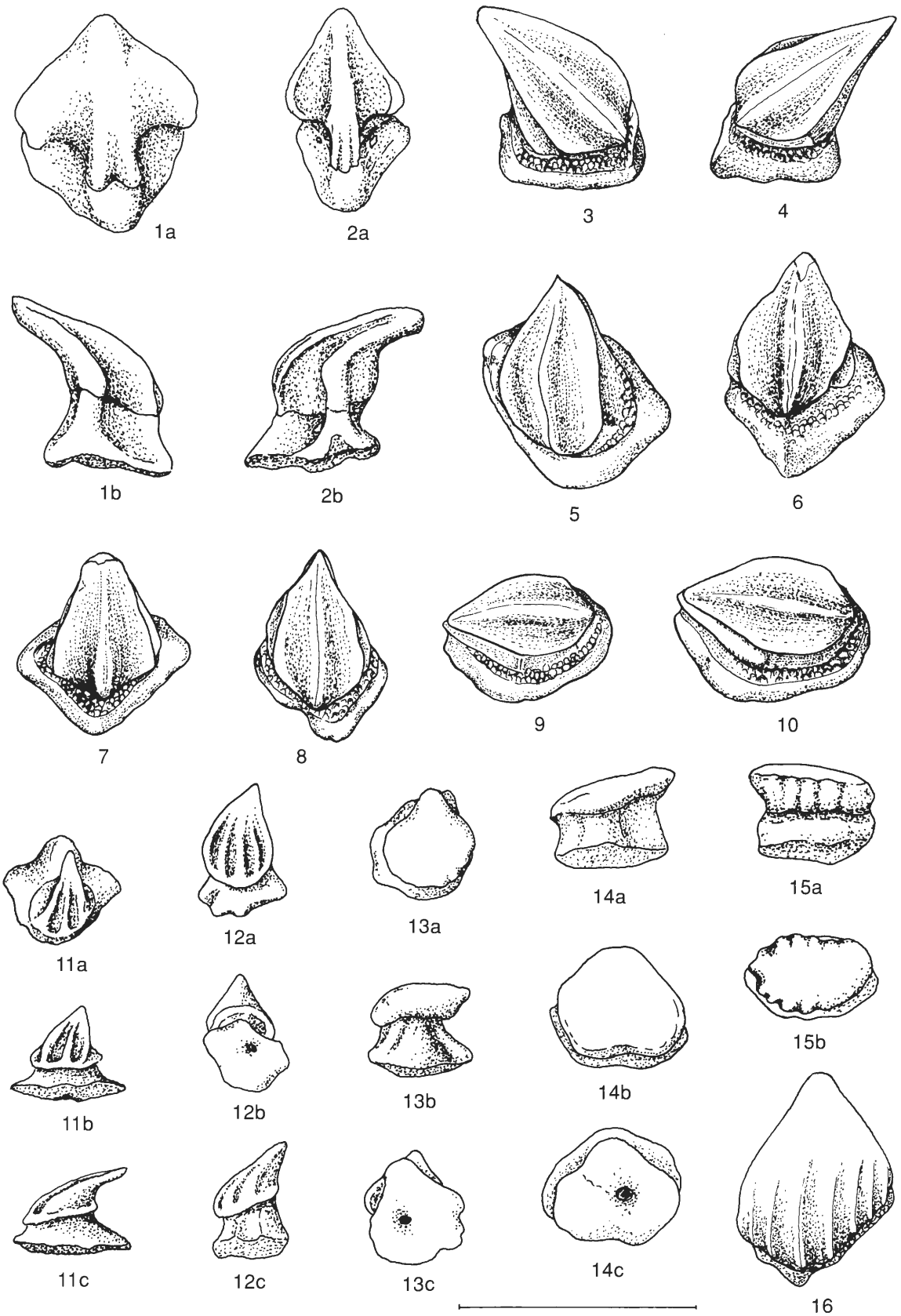
Fig. 11 u. 12, Typ 24, Nr. 001/241 u. 001/242;
11a-c: Schuppe a: von oben, b: von anterior u. c: lateral;
12a-c: Schuppe a: von anterior, b: basal u. c: lateral.

Fig. 13a-c: Typ 25, Nr. 001/243, Schuppe a: von oben, b: lateral u. c: basal.

Fig. 14a-c: Typ 25, Nr. 001/244, a: Schuppe lateral, b: von oben u. c: basal.

Fig. 15a-b: Typ 27, Nr. 001/245, Schuppe a: lateral u. b: von oben.

Fig. 16: Typ 17, Nr. 001/246, Schuppe von oben.


1a
2a
3
4
1b
2b
5
6
7
8
9
10
11a
12a
13a
14a
15a
11b
12b
13b
14b
15b
11c
12c
13c
14c
16

Tafel 21 Fig. 1-14: Diverse Placoidschuppen von Billerbeck 001

Fig. 1, 2, 7: Typ 28, Nr. 001/247, 001/248 u. 001/249;
1a-b: Schuppe a: von oben u. b: basal;
2a-b: Schuppe a: von oben u. b: basal;
7a-c: Schuppe a: von oben, b: von anterior u. c: basal.

Fig. 3-5: Typ 29, Nr. 001/250, 001/251 u. 001/252, alle Schuppen von oben.

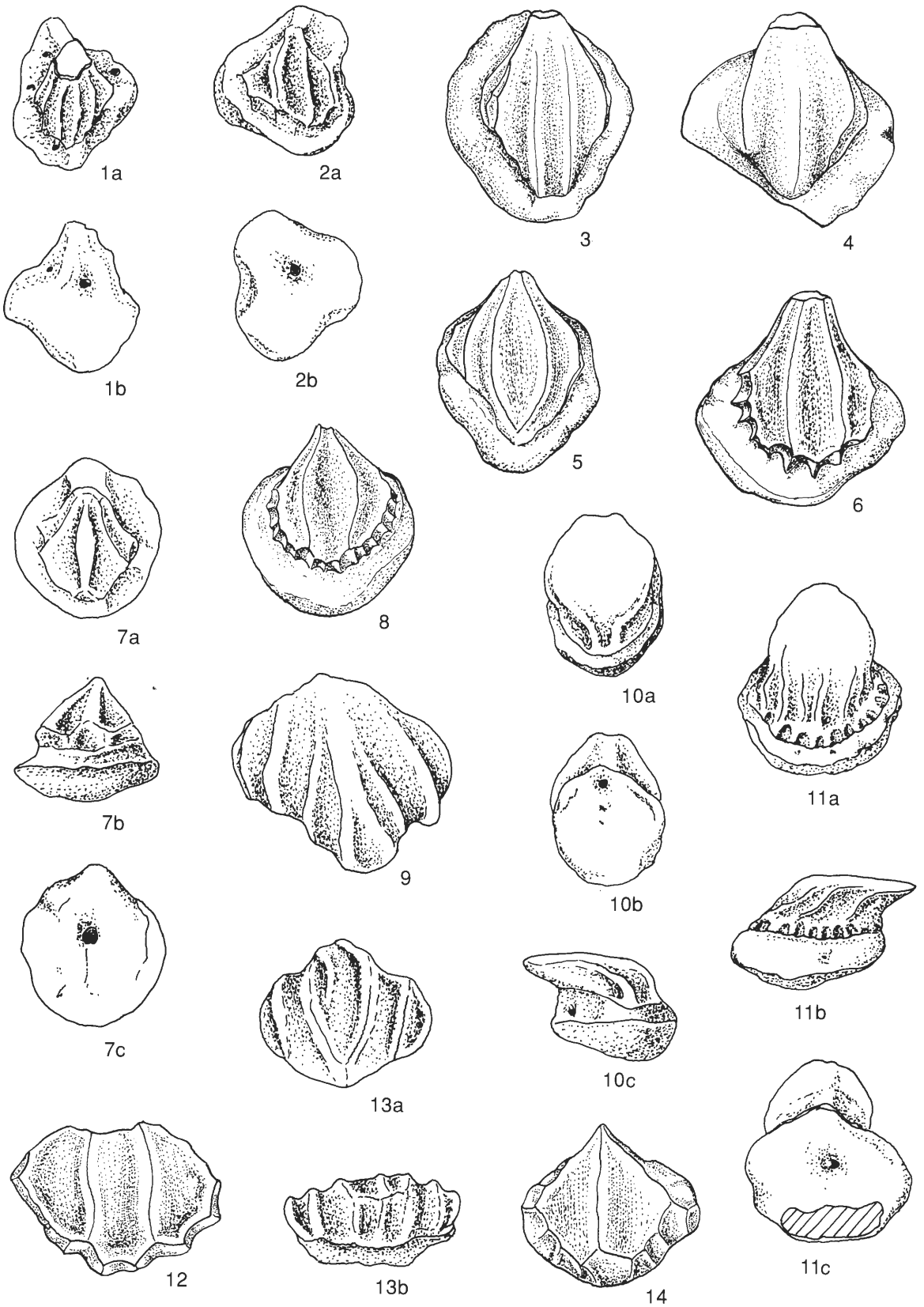
Fig. 6, 8 u. 12: Typ 30, Nr. 001/253, 001/254 u. 001/255, Ansicht von oben.

Fig. 10a-c: Typ 31, Nr. 001/256, Schuppe a: von oben, b: basal u. c: lateral.

Fig. 11a-c: Typ 32, Nr. 001/257, Schuppe a: von anterior, b: lateral u. c: basal.

Fig. 13a-b: Typ 33, Nr. 001/58, Schuppe a: von oben u. b: von anterior.

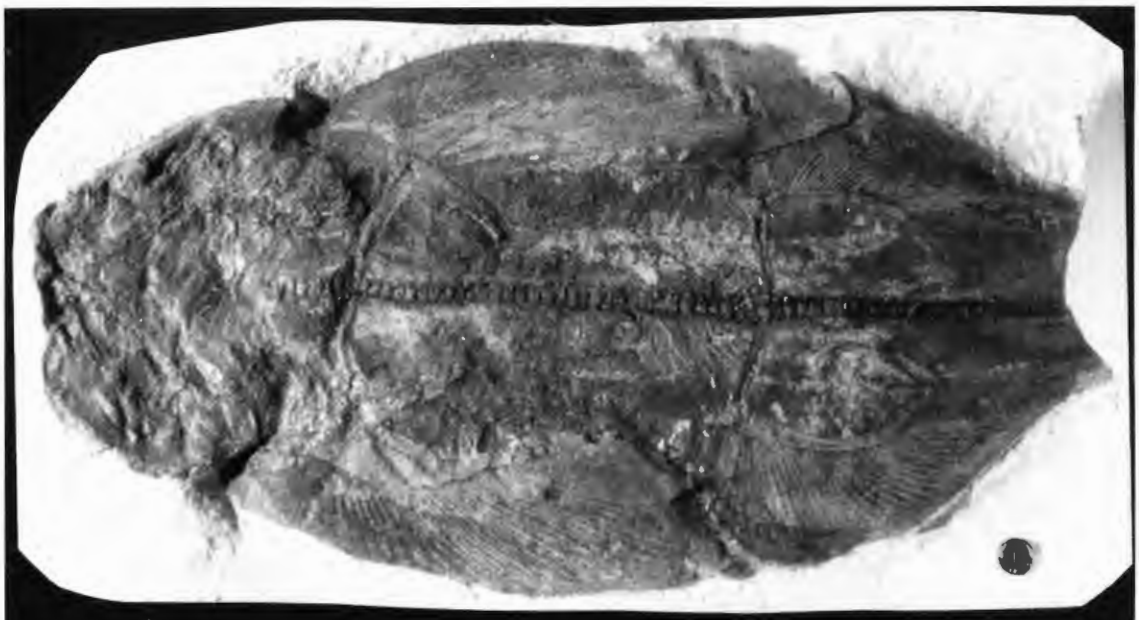
Fig. 14: Typ 34, Nr. 001/259, von oben.


1a
2a
3
4
1b
2b
5
6
7a
8
10a
11a
7b
9
10b
7c
11b
13a
10c
12
13b
14
11c

Tafel 22 Fig. 1: *Squatina baumbergensis* VON DER MARCK, 1885;
Holotypus, Museum des GPI Münster, Nr. 8553;
Baumberge, Baumberger Schichten, Baumberger Sandstein, Oberes Campanium.

Fig. 2: *Paratriakis decheni* (VON DER MARCK, 1863);
Holotypus, Museum des GPI Münster, Nr. 8492;
Plattenkalke von Sendenhorst, Vorhelmer Schichten, Oberes Campanium.

Fig. 3: *Rhinobatos tesselatus* VON DER MARCK, 1894;
Holotypus, Museum des GPI Münster, Nr. A 1;
Baumberge, Baumberger Schichten, Baumberger Sandstein, Oberes Campanium.



1

2

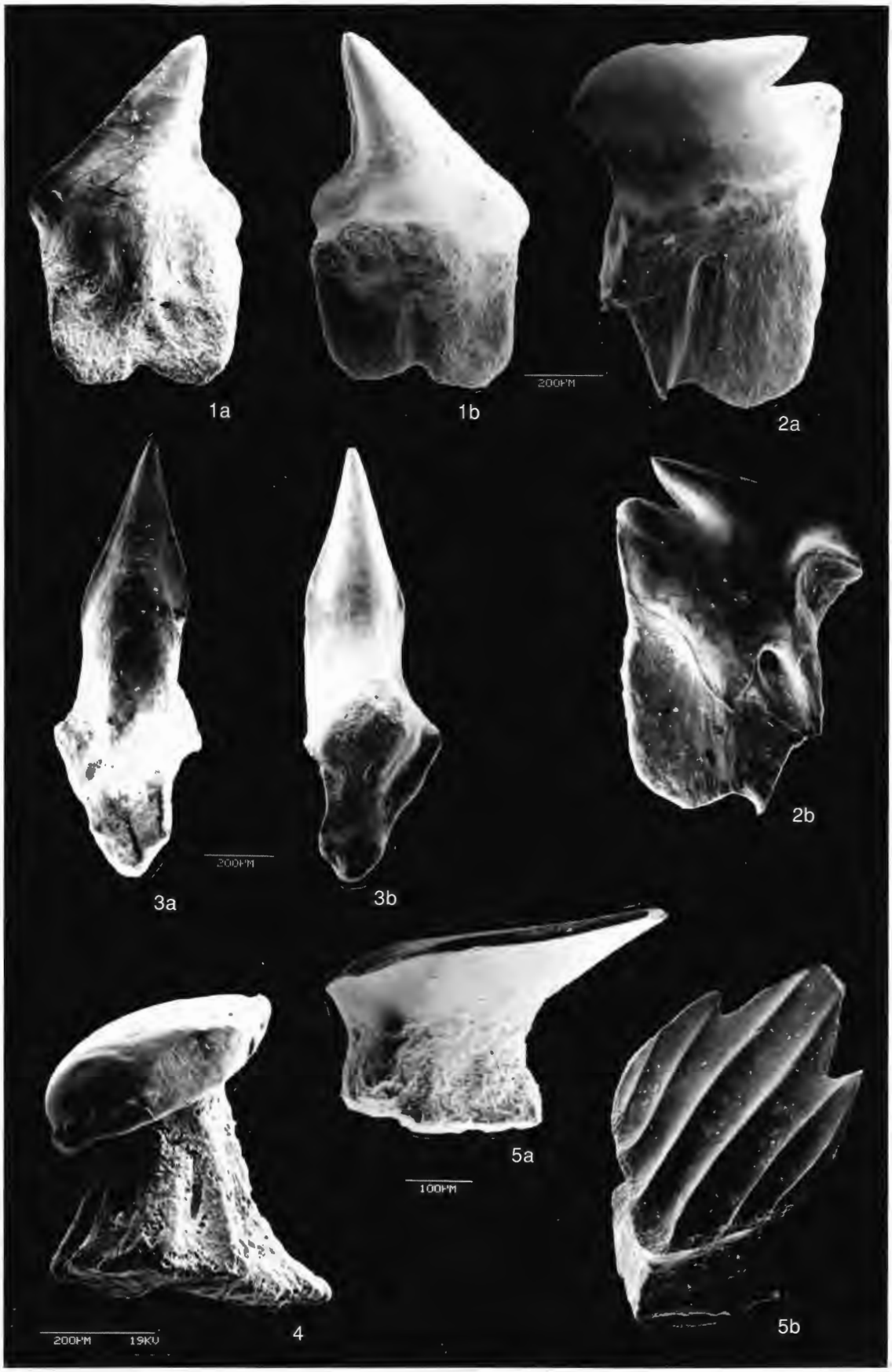
3

Tafel 23 Fig. 1-2: *Centroscymnus praecursor* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989;
1a-b: anterolateraler Zahn aus dem Oberkiefer, a: labial, b: lingual, Nr. 001/260, Billerbeck 001;
2a-b: anterolateraler Zahn aus dem Unterkiefer, a: lingual, b: labial, Nr. 001/261, Billerbeck 001.

Fig. 3a-b: *Cretascymnus westfalicus* MÜLLER & SCHÖLLMANN, 1989;
anterolateraler Zahn aus dem Oberkiefer, a: labial, b: lingual, Nr. 001/262, Billerbeck 001.

Fig. 4: Placoidschuppe, Typ 14 (mit sehr hoher Basis);
Lateralansicht, Nr. 001/263, Billerbeck 001.

Fig. 5a-b: Placoidschuppe Typ 16;
a: Lateralansicht, b: schräg von vorn-oben, Nr. 001/264, Billerbeck 001.


1a
1b
200PM
2a
3a
200PM
3b
2b
5a
100PM
200PM 19KV
4
5b

Tafel 24 Fig. 1-8: Diverse Placoidschuppen von Billerbeck 001

Fig. 1-2: Typ 30;
1: Ansicht von oben, Nr. 001/265;
2: Ansicht von oben, Nr. 001/266.

Fig. 3: Typ 16;
Ansicht von oben, Nr. 001/267.

Fig. 4: Typ 12;
Ansicht von oben, Nr. 001/268.

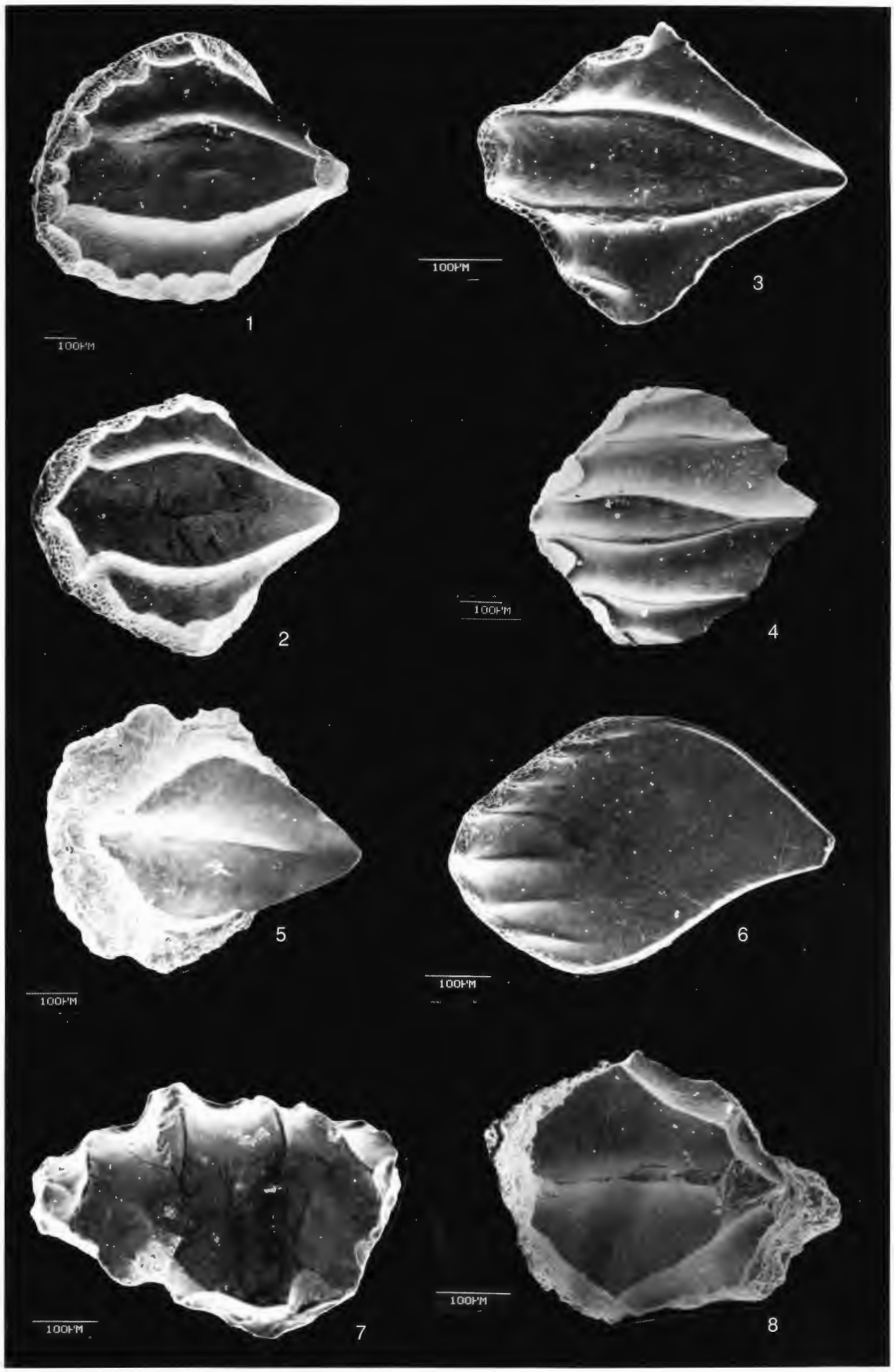
Fig. 5: Typ 23;
Ansicht von oben, Nr. 001/269.

Fig. 6: Typ 17;
Ansicht von oben, Nr. 001/270.

Fig. 7: Typ 33;
Ansicht von oben, Nr. 001/271.

Fig. 8: Typ 28;
Ansicht von oben, Nr. 001/272.

Die REM-Aufnahmen wurden mit dem Stereoscan Cambridge Mark II am GPI Münster durchgeführt.


1
100µM
2
3
100µM
4
100µM
5
100µM
6
100µM
7
100µM
8
100µM

Bisher sind in dieser Reihe erschienen:

Heft 1

KAMPMANN, Hans:
Mikrofossilien, Hölzer, Zapfen und Pflanzenreste aus der unterkretazischen Sauriergrube bei Brilon-Nehden.
Beitrag zur Deutung des Vegetationsbildes zur Zeit der Kreidesaurier in Westfalen.

Nov. 1983, 146 S., 20 Abb., 1 Tab., 61 Taf. **DM 28,00**

Heft 2

MINNIGERODE, Christian; KLEIN-REESINK, Josef:
Das Dörentruper Braunkohleflöz als Zeuge eines fossilen Moores.
Petrographische und palynologische Untersuchungen zur Flözgenese.

Juli 1984, 68 S., 17 Abb., 12 Tab., 9 Taf. **DM 16,00**

Heft 3

BRAUCKMANN, Carsten; KOCH, Lutz; KEMPER, Michael:
Spinnentiere (Arachnida) und Insekten aus den Vorhalle-Schichten (Namurium B; Ober-Karbon) von Hagen-Vorhalle (West-Deutschland.)

Jan. 1985, 132 S., 57 Abb., 23 Taf. **DM 25,00**

Heft 4

AVLAR, Hüseyin; DOHMEN, Maria:
Bemerkungen zur Schwarzschiefer-Fazies der Remscheider Schichten und erste Untersuchungsergebnisse der Vertebraten-Fundstelle NE-Kierpse (Sauerland, Rheinisches Schiefergebirge).

SCHALLREUTER, Roger:
Ein ordovizisches Kalksandstein-Geschiebe aus Westfalen.

SPRINGHORN, Rainer; DIEKMANN, Sieghard:
Böden in Lippe.
Anwendung moderner Präparationsmethoden bei der Darstellung ostwestfälischer Bodentypen.

Mai 1985, 65 S., 14 Abb., 1 Tab., 10 Taf. **DM 16,00**

Heft 5

SCHÖNFELD, Joachim:
Zur Lithologie, Biostratigraphie und Fossilführung des Ober-Santon Mergels von Westerwiehe (Ostwestfalen).

SCHALLREUTER, Roger:
Eine weitere kalkschalige Foraminifere aus einem ordovizischen Geschiebe Westfalens.

Dezember 1985, 56 S., 28 Abb., 2 Tab., 3 Taf. **DM 14,00**

Heft 6

JORDAN, Hartmut & GASSE, Wolfgang:
Bio- und lithostratigraphisch-fazielle Untersuchungen des glaukonitisch-sandigen Santon und Campan im südwestlichen Münsterland.

FRIEG, Clemens:
Planktonische Foraminiferen zwischen Ober-Alb und Mittel-Turon im Ruhrgebiet.

ŚVÁBENICKÁ, Lilian:
Coccolithen aus der Ober-Kreide der Bohrung Werne 8, westlich Hamm in Westfalen (NW-Deutschland).

August 1986, 88 S., 10 Abb., 3 Tab., 14 Taf. **DM 19,50**

Heft 7

Beiträge zur Geschiebekunde Westfalens I
SCHALLREUTER, Roger:
Geschiebekunde in Westfalen

SCHALLREUTER, Roger:
Ostrakoden aus Ordovizischen Geschieben Westfalens I

SCHALLREUTER, Roger & SCHÄFER, Rainer:
Cruminata (Ostracoda) aus Silurgeschieben Westfalens I

SCHALLREUTER, Roger:
Ostrakoden aus silurischen Geschieben Westfalens I

SCHALLREUTER, Roger & SCHÄFER, Rainer:
Gibba (Ostvacoda) aus einem Silurgeschiebe Westfalens

SCHALLREUTER, Roger & SCHÄFER, Rainer:
Karbonsandsteine als Lokalgeschiebe

SCHÄFER, Rainer:
Erfahrungen beim Geschiebesammeln im Münsterländer Hauptkiessandzug

Mai 1987, 88 S., 8 Abb., 11 Taf. **DM 24,00**

Heft 8

NORMAN, David B. & HILPERT, Karl-Heinz mit einem Beitrag von HÖLDER, Helmut:
Die Wirbeltierfauna von Nehden (Sauerland), Westdeutschland.

August 1987, 77 S., 54 Abb., 2 Taf. **DM 19,50**

Heft 9

SCHÖLLMANN, Lothar:
Sporen und Phytoplankton aus den Raumländer Schichten
(Bl. 4916 Bad Berleburg).

ZYGOWSKI, Dieter W.:
Hydrologische Markierungsversuche in Westfalen:
Ein historischer Überblick.

November 1987, 68 S., 7 Abb., 6 Tab., 3 Taf. **DM 18,50**

Heft 10

SCHUDACK, Michael:
Charophytenflora und Alter der unterkretazischen Karsthöhlen-Füllung von Nehden (NE-Sauerland).

WILDE, Volker; GOTH, Kurt:
Keimlinge von Araukarien aus der Unterkreide von Brilon-Nehden.

MAY, Andreas:
Der Massenkalk (Devon) nördlich von Brilon (Sauerland).

Dezember 1987, 87 S., 22 Abb., 1 Tab., 5 Taf. **DM 19,50**

Heft 11

KORN, Dieter:
Die Goniatiten des Kulmplattenkalkes (Cephalopoda, Ammonoidea; Unterkarbon; Rheinisches Schiefergebirge).

November 1988, 293 S., 88 Abb., 60 Taf. **DM 65,00**

Heft 12

KAPLAN, Ulrich:
Die Ammoniten-Subfamilie Collignoniceratinae WRIGHT & WRIGHT 1951
aus dem Turon (Ober-Kreide) von Westfalen und Niedersachsen (NW-Deutschland).

KAPLAN, Ulrich; SCHMID, Friedrich:
Die heteromorphen Ammoniten der Gattungen *Eubostrychoceras* und *Hyphantoceras*
aus dem Turon NW-Deutschlands.

Juni 1988, 90 S., 10 Abb., 1 Tab., 20 Taf. **DM 21,00**

Heft 13

LIEBAU, Alexander:
Skulptur-Evolution bei Ostracoden am Beispiel europäischer Quadracytheren. in Vorbereitung

Bestellungen an das

Westf. Museum für Naturkunde
Sentruper Str. 285, 4400 Münster
Tel.: 02 51/8 20 84

Preise zuzüglich Porto und Verpackung.

ISSN 0176-148X
ISBN 3-924590-19-2